Ordnance Knowledge

兵器知识

2
2012



专题
叙利亚力量

ISSN 1000-4912
邮发代号 2-278
定价 10元

封面图片：中国海军战略核潜艇
摄影／王松岐

[彩页编码 0251]

www.zazhihui.cc

VISIT…

4.



据报道，巴基斯坦在2006年向瑞典订购了4架“萨伯”2000预警机，以及1架“萨伯”2000支线客机作为备用，合同总金额为12亿美元。“萨伯”2000预警机以“萨伯”2000支线客机为平台，在其上整合了瑞典研制的“平衡木”式“爱立眼”（Erieye）预警雷达和其它相关任务系统及设备。“萨伯”2000装2台涡轮螺旋桨发动机，不进行空中加油的续航时间达9小时，能保证足够的巡逻预警时间。

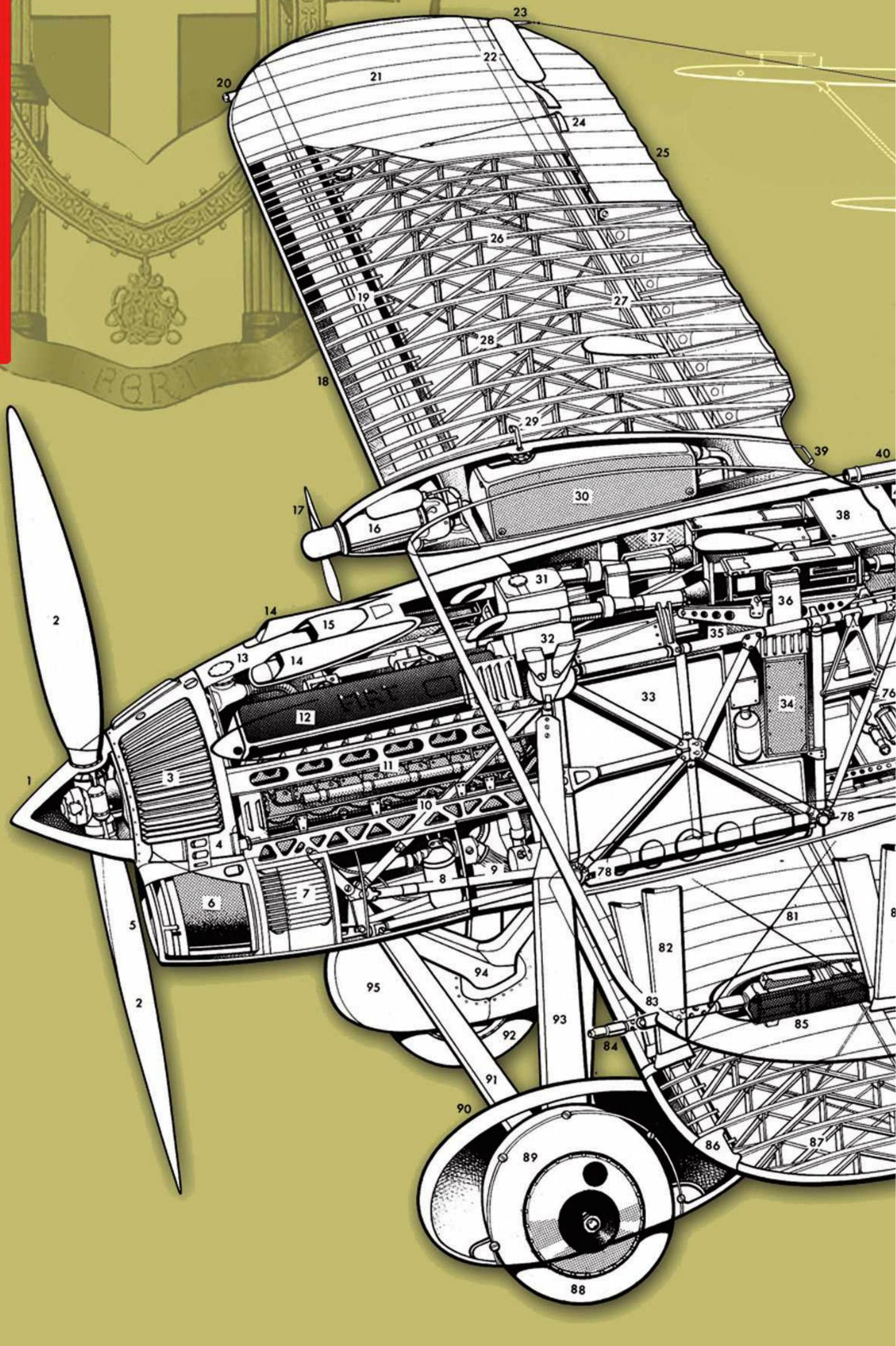


菲亚特CR.32战斗机

Fiat CR.32bis [彩页编码 0254]

1、螺旋桨毂盖
2、两叶螺旋桨
3、油冷导风板
4、循环油箱
5、颌下进气口
6、油冷散热器
7、水冷散热器
8、水泵
9、发动机下支架
10、发动机主支架桁架
11、排气口
12、600马力菲亚特A–30 R.A.比斯活塞
13、加油口盖
14、炮门
15、风门
16、风力驱动发电机
17、发电机螺旋桨
18、强化的先进肋骨结构
19、圆截面前翼梁
20、右翼导航灯
21、机翼蒙皮
22、装外伸支架的“长凳”式助力副翼
23、天线固定点

66、尾轮减震簧
67、尾轮控制罩
68、千斤顶支点
69、方向舵缆绳
70、缆绳连接杆
71、无线电设备舱
（或侦察型的航空相机舱）
72、氧气瓶
73、固定式登机梯
74、尾翼面控制轮
75、控制杆
76、脚蹬
77、装外伸支架的“长凳”
式助力副翼
78、机身与下机翼连接点
79、副翼结构
80、后沃伦型翼间支柱
81、翼间支柱十字支撑
82、前沃伦型翼间支柱
83、左翼导航灯
84、炮口
85、左侧7.7毫米萨法特机枪
86、翼尖加固护板
87、下机翼结构（方管肋骨）
88、左主轮
89、可拆卸轮罩部分
90、大型轮罩
91、主轮腿
92、右主轮
93、液压减震支柱
94、主轮腿/轮罩连接
95、右轮罩



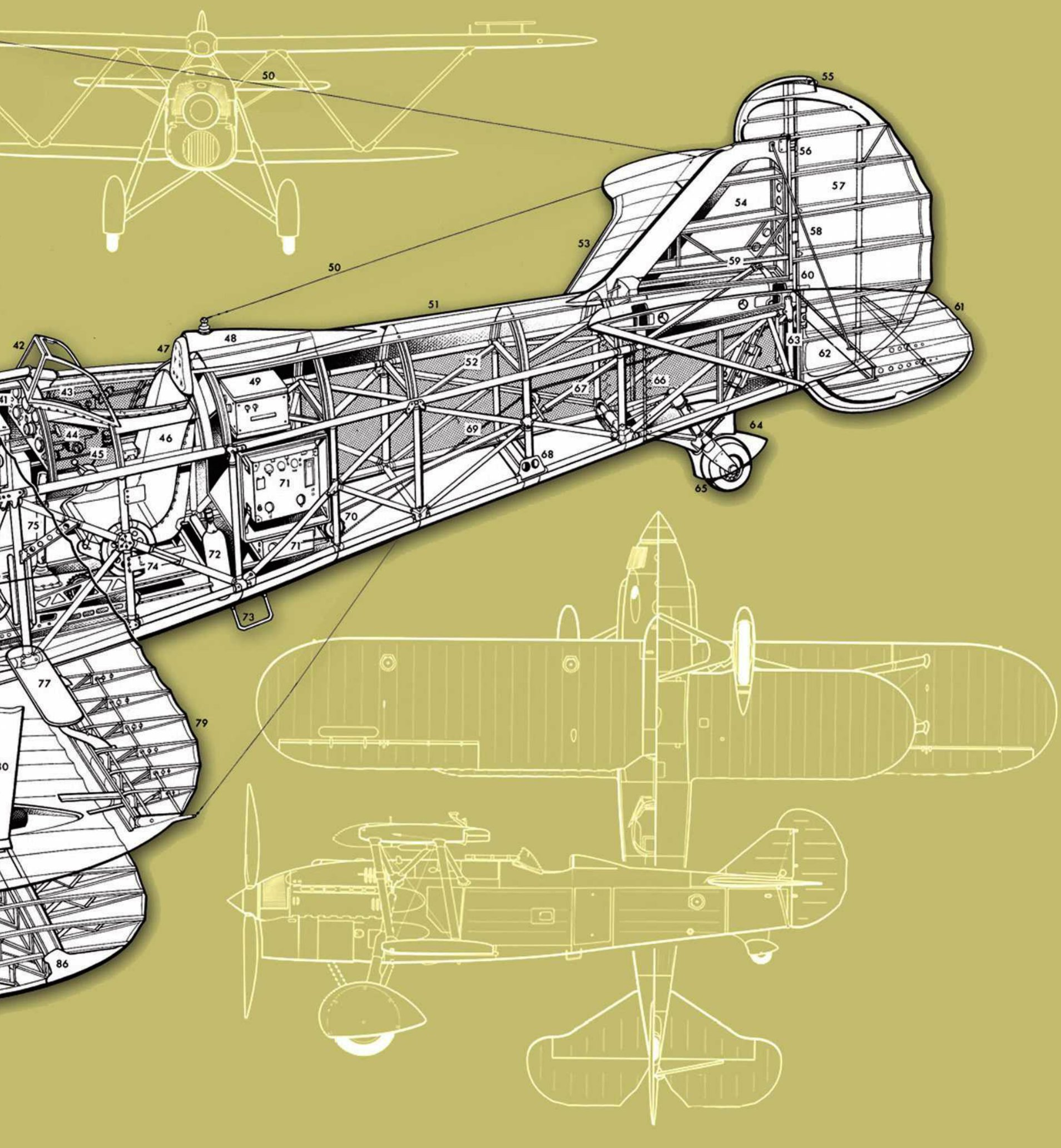
获得更多兵器知识最新期次请访问 杂志惠 http://www.zazhihui.cc/

发动机

24、副翼控制铰链
25、副翼
26、铝制方管翼肋
27、圆截面后翼梁
28、内部十字支撑
29、燃油通气管
30、增补油箱
31、水箱
32、中截面N支架连接点
33、主机身油箱
34、弹箱
35、航炮安装架
36、供弹机构
37、双联装12.7毫米布雷达–萨法特机枪

38、蓄压器
39、握柄
40、瞄准具
41、仪表板
42、平直风挡
43、带衬垫的座舱护板
44、航炮射击手柄
45、节流电门
46、飞行员座椅
47、带衬垫的头靠
48、头靠整流罩
49、电池
50、天线
51、金属背板

52、铝和钢制主机身结构
53、右平尾
54、垂尾结构
55、后导航灯
56、方向舵上铰链
57、方向舵结构
58、平尾张线
59、平尾控制杆
60、舵柱
61、左升降舵
62、左平尾
63、尾柱
64、尾轮整流罩
65、尾轮



8.

阿基坦”号是法国DCNS公司根据多用途护卫舰（FREMM）计划建造的第一艘。不过从其舷号看，法国海军是将其作为驱逐舰对待的。该舰全长142米，舰宽20米，吃水5米，排水量6 000吨，最大航速27节，续航力6 000海里/15节，编制人员108人（全舰可容纳145人），主要雷达为一部“武仙座”多功能相控阵雷达，武备包括“紫菀”15舰空导弹、“飞鱼”MM-40 Block 3反舰导弹、MU90反潜鱼雷，可搭载1架NH-90 NFH反潜/运输直升机和1架无人机。 [彩页编码 0258]



9.





美国海军MH-60R“海鹰”直升机
U.S. NAVY MH-60R Sea Hawk Helicopter

[彩页编码 0253]

11.


SABERHAWKS
HSM 77
RESCUE
DANGER
WARNING
U.S.M.C.
210262
WARNING



读览天下网，创造阅读新生活!

海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择

方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现

购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买

无界阅读：适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读

汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！

▶ *了解更多详情，请登录* ***www.dooland.com*** *查阅*

读览天下
www.dooland.com

客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966

读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

本广告最终解释权归广州华阅数码科技有限公司所有



英国陆军实弹演习

The London Regiment Military Exercises

隶属于英国陆军本土军的伦敦团士兵在英格兰的训练场进行实弹演习。士兵手持L85A2突击步枪，该枪属于SA80枪族，伦敦团曾经参加过马岛、科索沃、伊拉克和阿富汗的作战行动。

[彩页编码 0255]

军基地，一辆刚参加完德国国防军演习的“黄鼠狼”步兵战车正由机械师进行保养，负重轮已卸下。 [彩页编码 0256]



15.




卡–52武装直升机 Kamov Ka-52 Alligator attack helicopter of the Russian Air Force

卡–52“短吻鳄”是俄罗斯卡莫夫公司在卡–50基础上研制的并列双座武装直升机。2011年2月10日，4架全战斗状态的卡–52进入俄空军服役。到今年底，将有30架卡–52服役。第二批36架卡–52计划在2012年春夏左右服役。卡–52机长16米，旋翼直径14.5米，机高4.93米，空重7 700千克，最大起飞重量10 400千克，动力装置为2台克里莫夫TV3–117VK涡轴发动机（单台功率2 200轴马力），巡航速度270千米/小时，最大速度315千米/小时，航程545千米，实用升限5 500米，爬升率10米/秒。 [彩页编码 0257]







美国SOC-R河川特种作战艇

U.S.the Special Operations Craft Riverine [彩页编码 0259]

由美国海事公司制造的SOC-R河川特种作战艇是专为在河岸地带遂行渗透任务而开发的，建造之初就被要求兼有巡逻艇与输送艇的特性。该艇极限冲刺航速可达38节，吃水深度小于0.5米，这使得它能够轻松冲上平缓的岸滩，大大减少特种兵上岸和卸载装备的时间。该艇可在位于左右两舷与艇尾的5个支架上自由选装包括M2重机枪、M240／M249轻机枪以及MK19榴弹发射器在内的各型武器。导航雷达、GPS接收机、敌我识别器与大功率无线电等设备也一应俱全。

追风筝的波斯人

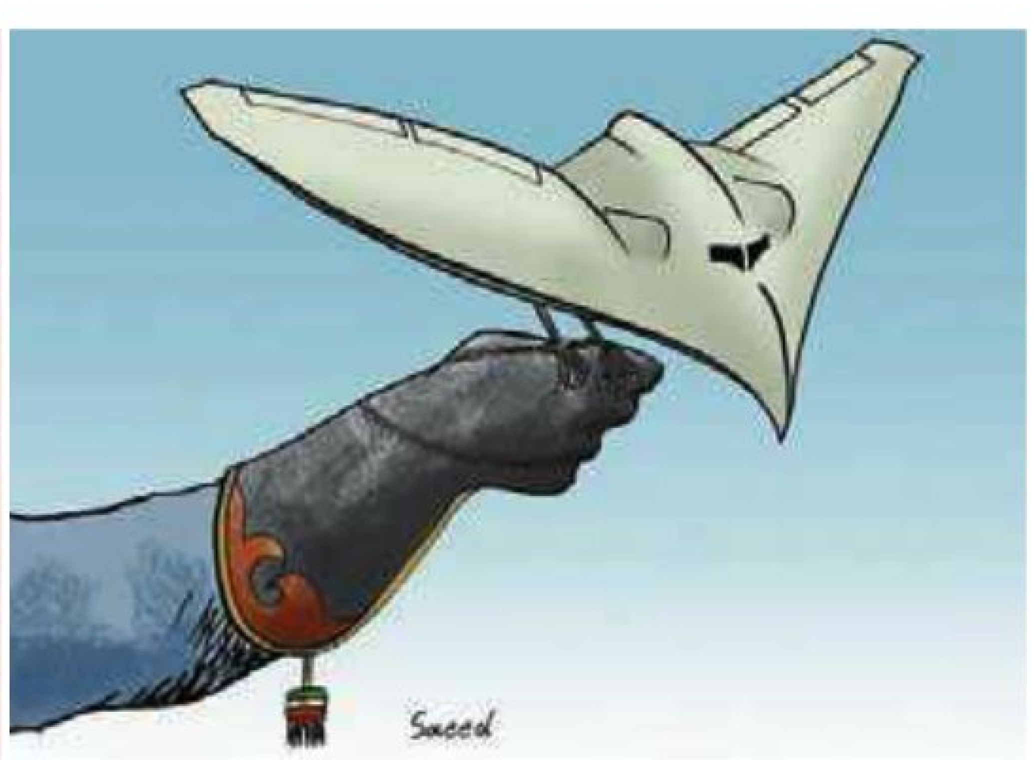
Informationization is not Exclusive for U.S.

在一个清冷的冬日，美国人把他的“坎大哈怪兽”给弄丢了，心情很沮丧，正如网络诗歌所写的：断了线的风筝/怎么也找不回来时的路/它也许被风撕碎/它也许被雨伤透/它也许飘落在一个没有人的角落里……

还好，“捡主”很快出现了。伊朗人宣称：在距离伊阿边境200多千米的境内捡到了“怪兽”，“怪兽”不是美国人自己弄丢的，而是被共和国卫队打下来的。伊朗人还开了一场波斯风格的发布会，“怪兽”趴在那里，有些委琐，全然没了神气。奥巴马看了很生气，说那东西是我的你得还我，伊朗人很牛气，说它入侵了我才把它搞下来，凭啥还你！它已经成为伊斯兰共和国的财产了。

外交问题军迷们未必关心，想弄明白的是，这个犹如海中蝠鲼一样的空中怪兽，怎么说掉就掉下来了呢？美国人的解释是无人机发生了故障，可是，因故障坠地的无人机能如此完整么？飞翼布局最大的缺陷就是横航向安定性恶劣，诺斯罗普搞了50年，最终才依靠先进的飞行控制系统由其继承者搞出了实用飞翼——B-2，故障状态的飞翼不可能完整如初地落回地面，即便是从100米的高度，也会摔得七零八落，美国人的解释令人生疑。伊朗人说是依靠先进的电子战手段把“怪兽”弄下来的，这种解释比较靠谱。从残骸的完整性看，“怪兽”是被“引导”下来的。无人机系统必须具备三要素：机、站、链，其中“链”就像扯风筝的那根“线”，“线”怎么动，风筝就怎么飞，数据链又是以电磁波的形式在空间中传播的，开放的空间，给对手截获和干扰提供了可能。





若果真如此，则非同小可！其一，RQ-170“坎大哈怪兽”号称RCS只有0.01平方米，伊朗人能准确地感知其所在，说明具备了很强的反隐身探测能力；其二，干扰美国的军用数据链绝非易事，因为美军数据通信的抗干扰能力是世界一流的；其三，若“怪兽”真被“引导”下来的，说明伊朗人成功截获并破解了“怪兽”的数据链，在技术上比单纯的干扰要难很多倍。

没有这个可能吗？遥想20年前，美国人发动海湾战争，风卷残云，气吞万里如虎，凭借遥遥领先的信息化武器给世界上了一课。从那时起，新军事变革的号角吹遍五洲，信息化就像高飞的风筝引无数人去追逐，波斯人尽管还赤着脚，但也在不遗余力地奔跑着。20年很短，却也是一代人时间。既然信息力已蜕变成为核心战斗力，又怎能阻挡全世界追逐的脚步呢？如此看来，RQ-170事件是一个标志，标志着信息对抗的天平不再“一边倒”地向着美国了。

尽管尴尬，美国人也没忘扯上中国，担心中国从“怪兽”身上偷机密，呜呼！偷你什么密呢？RQ-170不就是架飞翼布局的无人机嘛，这种玩意儿在中国已经被称作“街机”，连航空院校的本科生都能攒出几架来。美国人总是这样自负，殊不知，美国人的脑容量并不比波斯人、俄国人、中国人更多，大脑的沟回也没有特别之处，你在发展别人也在发展。

信息化是一只风筝，全世界都在追逐，关键要意识到你对手的存在。别忘了波斯诗人哈亚姆900年前的告戒——“你中之我什么也看不见”。

王旭东

创刊时间：1979年9月
主　　管：中国科学技术协会
主　　办：中国兵工学会
编辑出版：《兵器知识》杂志社
　　　　　北京2431信箱/100089
编委会主任：马之庚
编委会常务副主任：王德臣
编　　委：（以姓氏笔划为序）
王旭东　王松岐　卞荣宣　冯益柏　乔天富
乔松楼　朱宝鎏　朱荣昌　孙乃祥　孙亚力
刘逢安　刘　铭　曲爱国　张召忠　张和之
杜文龙　李　杰　李文盛　李立方　吴苏琳
宋宜昌　陆文至　卓穗如　杨娟娟　周　莉
赵卫忠　赵小卓　赵秀兰　赵延成　郑　斌
郑　剑　郑　明　姜永伟　侯建军　唐　剑
凌　翔　梁学贵　葛立德　谭月东　谭　超

社　　长：邓少生
主　　编：瞿雁冰
发行部主任：刘繁敏
副 主 编：熊　伟
执行主编：王　瑾
美术编辑：祝　翠　谢祎莎
编辑出版部：(010) 68962715
　　　　　bqzs@cn-bgxh. cn
发 行 部：(010) 68962721
邮购咨询：(010) 68962716
　　　　　ggfxb@cn-bgxh. cn
广告招商：(010) 68962723

法律顾问：北京市证泰律师事务所
　　　　　赵曾海　王存斌
印　　刷：北京盛通印刷股份有限公司
总发行处：北京市报刊发行局
国外总发行：中国国际图书贸易总公司
国外代号：M380
邮发代号：2-278
广告经营许可证：京海工商广字第8183号
统一刊号：ISSN1000- 4912
　　　　　CN11- 1470/TJ
定　　价：10.00元

破损杂志调换，请直接与印刷厂联络：北京经济技术开发区兴盛街11号　北京盛通印刷股份有限公司业务部
邮编：100176
电话：(010)67887676　　联系人：余成

本刊图片及文字未经有关之版权所有人书面批准，一概不得以任何形式、方法转载或使用。

CPST.NET.CN 中国公众科技网　本刊官方网络合作媒体
sina新浪网 sina.com.cn　本刊首要网络合作伙伴

21.

目 录

2012年2期 总第333期
2012年2月1日出版

CONTENTS









专家沙龙
16 弹道导弹与运载火箭的差异 蓝 白
旁观者
20 美国陆军新世纪的“曼哈顿工程” 东 翼
专 访
23 国产出口型预警机交付巴基斯坦 秦 纂
[专 题]
28 叙利亚力量
30 勉力支撑的陆军 杜文龙
34 屡战屡败的空军 熊 佳
38 阿拉伯世界的“海上刺猬” 西言早
41 叙利亚弹道导弹 萧 恩
观察家
45 [接2不连3]解读印度“烈火”4弹道导弹 成 敏
52 日本加紧打造太空“间谍” 天 兵
56 俄罗斯核潜艇双雄展新技 施 征
中国兵器
60 “海鹰”系列海防导弹全记录 李韶华
特 稿
64 德M88、汉阳造步枪与毛瑟的纠结(上) 马式曾 孙成智
武器装备
48 揭秘韩国“天马”2中程防空导弹系统 闻 成
68 装甲防护的四大招数 曾 望 吕伟康
四王府 争+鸣
72 滑跃起飞&弹射起飞 王 瑾
兵器新风格
74 “鸵鸟”机器人 阡 陌
口述历史
75 老山岁月的追忆 林儒生

5 彩图吧
12 THIS MONTH
79 车道沟10号
82 成语漫画·战衣角

封 面 中国海军战略核潜艇 摄影/王松岐
封 二 巴基斯坦空军装备的“萨伯”2000预警机
封 三 波兰TKS轻型坦克
封 底 瑞典“弓箭手”155毫米自行榴弹炮
插页一 美国海军MH-60R“海鹰”直升机
插页二 菲亚特CR.32战斗机
活 页 装挂鱼雷的反潜直升机掠海飞行 摄影/鄢润波

THIS MONTH 兵器新品廊

新型超距生物识别技术

美国国防高级研究计划局正在开发新型超距生物识别技术，将综合集成美国国防部已经开展的两个项目的相关技术：穿墙可视的Radar Scope装置和利用多普勒雷达来探测心跳的LifeReader系统，能够穿过墙壁识别人体。尽管当前美军已经部署了少量穿墙雷达帮助士兵探测墙壁背后的人员，但其最远工作距离仅有8米，且在人口较稠密的地区无法准确显示。国防高级研究计划局希望新型传感器系统的探测距离能增加到10米之外，并且能够穿透较厚的障碍物；能够利用心电图跟踪心脏活动，以识别单个士兵；可以同时识别多达10人。



G28"神射手"步枪



在2011年10月法国巴黎国际军警保安器材展期间，德国赫克勒·科赫公司首次展出了现役装备德国陆军的G28"神射手"步枪。该枪有标准型和巡逻用变型枪两种，后者轻1.6千克。G28是比赛用MR308步枪的军用型半自动步枪，采用镀铬枪管；射击精度高，可击中600米距离上的胸部大小目标，可精确打击800米距离上的人形目标。它兼容于符合STANAG-4694标准的辅助导轨和枪架，配有可伸缩式枪托和可调贴腮板，75%的部件（120个）能与HK417突击步枪互换。可配用多种瞄准具和附件：放大倍率为3~20倍、孔径为50毫米的PMII望远式瞄准具；放大倍率1~8倍、孔径24毫米的PMII望远式瞄准具，微型T1红点瞄准具，LLM01-RAL8000激光照明模块，Merlin-LR夜用瞄准具，CNVD-T3热瞄具和HLR15激光测距机等。它可使用转换组件，配装更短、更轻的枪管。

全球最轻的材料

在美国国防高级研究计划局的资助下，加州大学尔湾分校、HRL实验室和加州理工学院共同组建的研发团队成功开发出密度仅0.9毫克/立方厘米的新型轻型材料，比同体积的聚苯乙烯泡沫塑料还要轻100倍。新型材料采用由相互连接中空管构成的"微框格"蜂窝结构，中空管直径比头发细1 000倍；空气比重达99.99%。其尺寸可以为纳米级、微米级或毫米级，具有超强耐压性和极高的能量吸收能力，被压缩一半也能完全恢复，可用于电池电极、声学、振动或冲击能量吸收等产品。



新型防弹衣

在2011年法国巴黎国际军警保安器材展期间，比利时希运（SIOEN）装甲技术公司展出了一种采用三层结构的软体防弹衣。不同以往的硬体防弹衣，其插板断续结合到一起，因此具有舒适性好、热量控制和排汗能力强等特点。新型防弹衣采用现代运动衣款式，由具有防水和透气功能的纤维织物制成，并将配装智能透气系统，可保护穿戴者免受手枪、弹药破片、冲锋枪、突击步枪、霰弹枪、刀具、刺刀、注射器及其它锋利器具的威胁。防弹衣还配有嵌入式防钝伤护盾。目前，该防弹衣已在多个欧盟国家进行了试验。



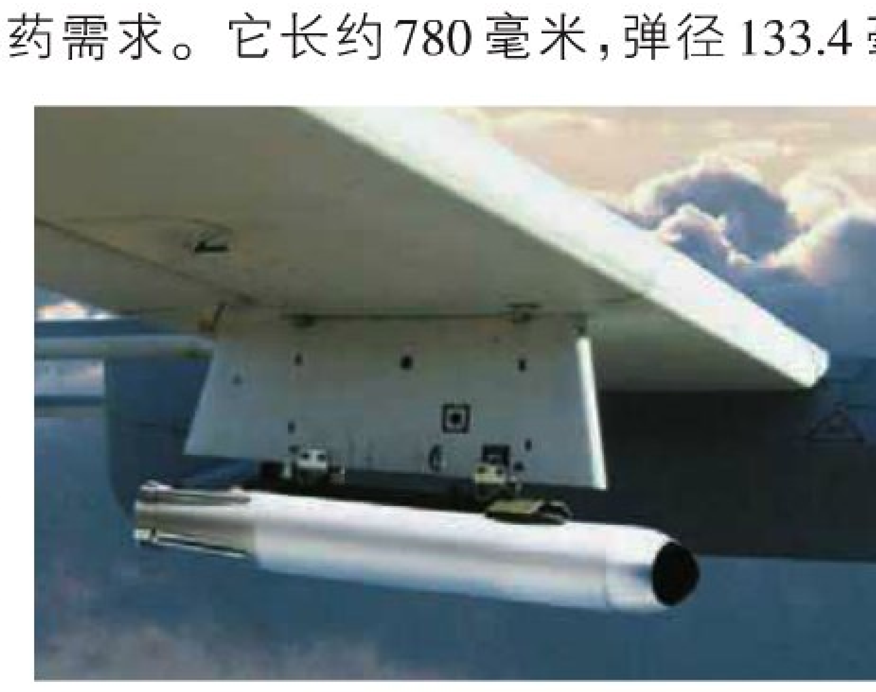
"保护者"扫雷无人车

它由美国HDT机器人技术公司自筹资金研发，重544千克，包括扫雷链枷、主车体、后部装载舱三个模块，可快速拆卸。动力装置包括两台柴油机，一台安装在车体中部，驱动两台液压电机，另一台安装在车体后部，驱动扫雷链枷。它采用公司定制的履带，能以16.1千米/小时的速度快速行驶，或以4.8千米/小时的速度扫雷，开辟56厘米宽通路。该车还可以拆除扫雷链枷及其驱动电机，重量减轻227千克，然后执行后勤任务。现阶段，"保护者"无人车不具有自主能力，由安装在士兵武器上的控制器遥控。控制器采用方向键和两个开关驱动车辆和控制主要功能。目前该车已经获得美国联合简易爆炸装置防御机构的关注，计划采购10辆在阿富汗和亚利桑那州进一步试验。若能及时交付，"保护者"有望2012年4~5月进行作战评估。



制导型"清洁面杀伤武器"

2011年10月美国陆军协会年会期间，达信防务系统公司展示了可供无人机使用的制导型"清洁面杀伤武器"（CLAW）。制导型CLAW仍采用原来的杀爆战斗部，但将其安装到普通自由下落式炸弹的弹体中，再为弹体安装尾部制导组件和弹出式弹翼，而不是原先的降落伞。制导型CLAW采用基于GPS的制导系统，重量不超过45.4千克级，主要用于打击软防护面目标，战斗部符合不敏感弹药需求。它长约780毫米，弹径133.4毫米，重29.03千克，杀伤半径106米。它还保留了原CLAW中的自毁/自失效功能。除无人机外，制导型CLAW还可装备轻型飞机使用。



以色列新型战场情报车



以色列国防军情报司令部于近日对外展示了最新研发的“冷酷者”(Granite)战场情报车，将推动战场监视技术领域发生重大变化。该车基于以色列埃尔塔系统有限公司的“福特”550样车，集成有雷达和监视工具，可对整个区域进行360°不间断扫描，并且能自动锁定每个可疑目标，性能优于以色列国防军现役的“浣熊”(Raccoon)监视车；与“浣熊”监视车相比，拥有更出色的装甲防护能力。“冷酷者”可以将针对限定战场区域所需的士兵数量从2人减少到1人，并且使得执行同一任务的所有部队行动同步化成为可能。

韩国新型105毫米车载榴弹炮

2011年9月，韩国国防部首次向媒体公开展示了国产的第一种105毫米车载榴弹炮。2009年，韩国国防部启动105毫米轮式自行榴弹炮先期概念技术演示项目。2010年，三星特克温公司开始研制该炮。105毫米自行榴弹炮采用5吨级卡车底盘，越野性能优于现役牵引榴弹炮；采用手动装填，射击控制实现了自动化，可选择自动、手动和半自动三种模式；与现役牵引火炮相比，所需的操作人员数量可减少3人。

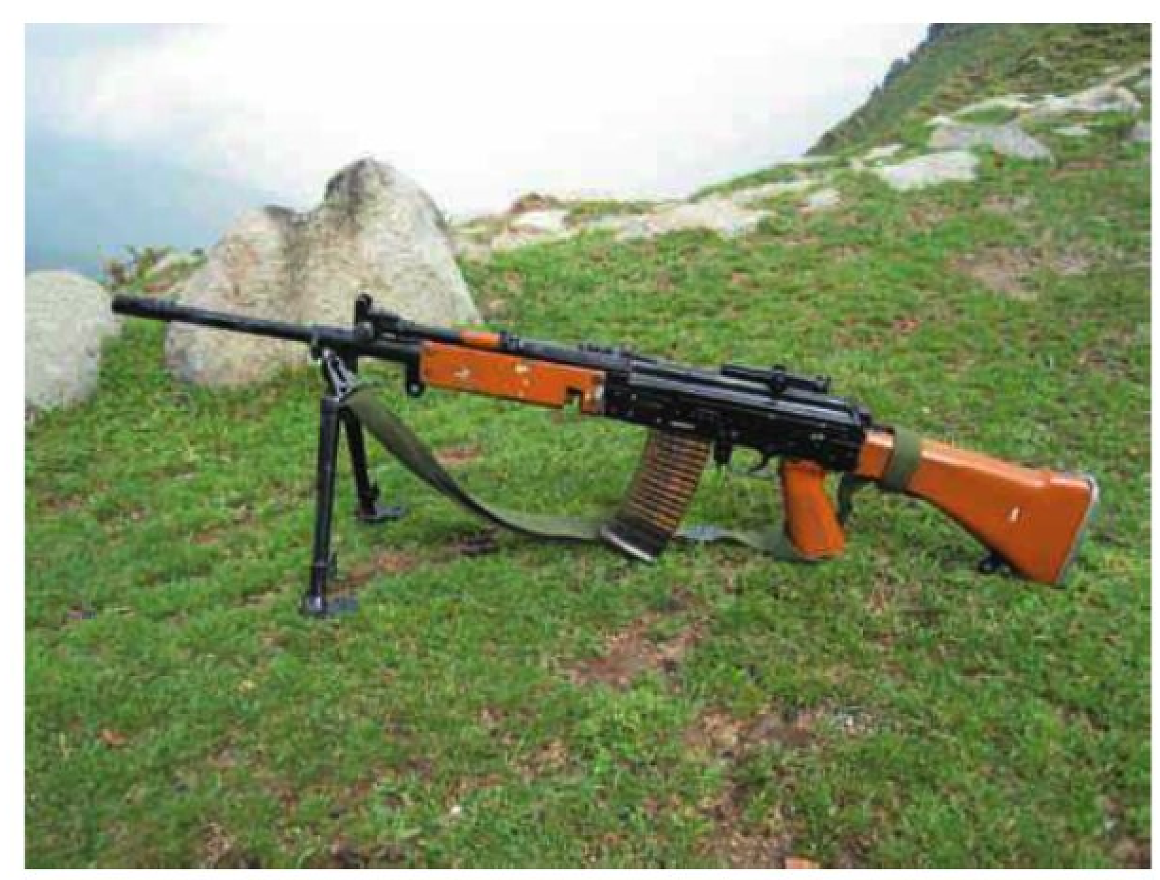


印度接收首架升级型“熊”



2011年12月5日，印度海军接收了首架升级后的图-142MSD“熊”F远程海上巡逻/反潜机。2004年，印度海军与俄罗斯“萨马拉”发动机制造厂签订合同，升级当时装备多年并超出服役年限的8架图-142ME，使其服役年限延长至2020年之后，具体的改进工作包括：加装新型NK-12大型涡桨发动机，采用新型任务规划系统，提高反潜战作战效能；装备8枚新型空射型Kh-35E反舰导弹，提升远程精确打击能力。目前，印度海军的全部8架飞机正在分阶段逐步改进，计划到2020年之前完成全部升级工作。

印度将撤装国产步枪



2011年11月底，印度国防部宣布，将招标采购6.6万支可发射7.62×39毫米弹药、配备皮卡汀尼导轨和下挂式榴弹发射器的自动步枪，换装印军现役的“英萨斯”5.56毫米步枪。中标公司将会获得一份价值为2.5亿美元的合同，但必须向印度转让生产技术。而在未来，印度将利用相关技术自行为军方、警察和其它强力部门生产约200万支步枪，总投资预计达20~30亿美元。迄今已有印国内外的40家轻武器生产公司投标。“英萨斯”5.56毫米突击步枪研制于20世纪80年代初，1996年装备部队，全长990毫米，空枪重3.2千克，初速885米/秒，射程400米。然而，由于该枪发射的是北约标准的5.56毫米弹药，而印度企业并不具备相应的生产能力。另外，“英萨斯”步枪服役后不断遭到印军方的批评，在锡亚琴冰川、喀吉尔高地等高寒地区使用部件容易损坏或破裂。

印度国产预警机首飞

2011年12月6日，印度国产预警机在巴西完成首飞。2004年9月10日，印度政府批准了自行研制预警机的计划，购买巴西3架EMB-145作为预警平台，机载电子系统由印度国防研究与发展组织自行研制。EMB-145载荷3吨，续航能力3小时。预警系统的主要子系统包括雷达、敌我识别询问/应答器、电子战支援设备、操作员显控台、自卫装置、微波数据链路、卫星通信链路等。雷达加上相关电子设备和支援设施，总重1 000千克，监视距离250~375千米。预计印度国产预警机的相关研制工作于2013年结束。



亚洲坊 THIS MONTH

以色列“斗牛士”AS-60轻型单兵火箭筒

在2011年美国陆军协会年会期间，以色列拉斐尔公司展出了“斗牛士”(Matador)AS-60轻型单兵火箭筒。它是AS-90的轻量化型号，重6.5千克，仅为AS-90的65%，但两者性能相当。“斗牛士”火箭筒由拉斐尔公司与德国戴纳米特·诺贝尔防务公司联合研制，是一种一次性使用的肩射式多用途武器，射程11~400米。火箭弹配用串联战斗部，可手动选择引信模式：一种作为人员杀伤武器，穿墙后引爆爆破战斗部对付人员目标；一种用作攻坚武器，在目标前方的墙上凿开供人通过的洞口。“斗牛士”火箭筒具有软发射能力，可以从建筑物内发射，尤其适用于城区作战，也可用于执行快速破墙和打击墙后敌方目标等特种作战任务。





微小型四旋翼无人机

英国皇家海军陆战队已从2011年9月起为驻阿富汗部队部署了BCB国际公司的SQ-4纳米无人机。SQ-4采用四旋翼系统，重量仅55克，使用范围1千米，装有只能白天使用的摄像机，可通过数据链将拍摄到的视频图像传给控制人员。SQ-4通常情况下与普通无人机一样，一边飞行一边侦察，但也可以降落到制高点对可疑区域长时间监视，并持续回传视频，工作时间长达2.5小时。无人机带有自动告警系统，即将没电时提醒控制人员使其安全返回。每套SQ-4无人机系统包括两架无人机和一个控制站。据悉，英国已决定购买100套该系统。

微小型四旋翼无人机与常规旋翼式无人机相比，结构更紧凑，特别适合在复杂环境（如室内、城区和丛林等）中执行监视、侦察等任务，具有广阔的军事和民用应用前景。随着新型材料、微机电系统、微惯导器件以及飞行控制等技术的进步，微小型四旋翼无人机得到了迅速发展，逐渐成为无人机领域的发展热点之一。

Draganflyer-X系列产品包括X4、X6和X8，主要用于航拍，例如工业检测、军事侦察、空中摄影、房地产营销、检查危险地点等。其中，X8实际上有八片旋翼。X4和X8重量轻、飞行稳定，可捕捉高画质航拍照片与影片。操作人员可通过手持控制器上的2.8英寸彩色OLED触碰屏观察影像及飞行数据，也可以遥控操作无人机。





Mesicopter是斯坦福大学的研究小组在美国宇航局支持下，为研究微型旋翼飞行器技术而设计的。机身为16毫米×16毫米方形框架，旋翼直径1.5厘米，厚度0.08毫米，电机直径3毫米，重量325毫克。斯坦福大学研究该无人机的最终目标，是实现自主飞行和多无人机协同完成具体任务。



美国下一代直升机



美国陆军已经正式向AVX公司发布了“联合多任务旋翼机”（JMR）项目研究合同。AVX公司藉此成为继波音公司、贝尔-波音公司和西科斯基公司之后的第四家竞标公司。AVX公司提交的方案类似于向陆军提供的OH-58D“基奥瓦勇士”的升级方案，由2套直径18.3米的共轴旋翼系统提供升力，采用2套涵道式风扇提供水平推力，动力装置为两台功率为4 000轴马力（2 984千瓦）的发动机，预计飞行速度可以达到约200节（370千米/小时）。



美国陆军的JMR为系列化直升机，包括从轻型到超重型多个型号，彼此间采用通用技术。陆军选择中型通用JMR作为研发起点，以替换目前装备数量最多的UH-60“黑鹰”系列直升机，以及AH-64“阿帕奇”。与此同时，美国陆军计划随后对中型JMR的技术扩展能力进行研究，旨在通过比例缩放发展出轻型侦察直升机、重型运输直升机。美国陆军对JMR的要求包括：航速超过200节（370千米/小时），在内部搭载2 720千克（6 000磅）载荷的情况下飞行速度不低于170节（315千米/小时）；作战半径425千米；能够在海拔1 828米、35℃环境下使用；使用通用的核心航电系统架构以及可选有人驾驶能力。美军计划于2014财年选择两家竞标商进行样机研制，验证其设计方案的性能。

2011年6月底，贝尔-波音公司、波音公司和西科斯基公司获得了JMR构型研究和分析合同。其中，贝尔-波音公司计划提供倾转旋翼机设计方案。有意思的是，AVX公司是由原贝尔公司的一些工程师为班底组建的，成立于2009年，现已广泛参与到了美国军方的直升机选型设计工作中，包括计划换装OH-58D的轻型武装直升机的设计投标工作。







“哨兵”集成士兵系统

“哨兵”集成士兵系统由美国罗克韦尔·柯林斯公司研制，包括6个主要部分：作战管理用多功能计算机，可运行多种操作系统实现，如Windows、Linux或Android；士兵穿戴式显示器，可装在手腕、头盔或目镜上；导航装置；通信系统；“火力风暴”士兵控制单元；开放式作战管理软件和两个USB、RS232接口。系统可连接大型网络和通用态势感知系统，让士兵在任何地形中实时接收和发送文本、地图和其它多媒体信息；采用开放式系统架构，可根据不同任务或用户的需求进行改进；装有美国和北约数据格式的数据库，能与多种其他士兵无线电台和作战管理软件实现互操作。该系统的重量不足4千克，是当今世界上最轻的综合性士兵系统。

如果你说自己不会用手机，不会上网，没见过PDA，那绝对是OUT得无以复加。现代化步兵也一样，必须配备类似PDA的战场数字化设备，随时利用电子地图、数据库来指导自己的作战行动。而且在显示器、键盘上，它们要比民用产品先进得多。



THIS MONTH 它世界



美国推出多款轻型战术车

“萨拉托加”（Saratoga）轻型战术车由美国航星防务公司研制，采用6.0升V8柴油机、自动变速箱、空气独立悬挂，车高不超过1.93米，战略战术机动性好。它还采用该公司拥有自主知识产权的几何结构生存力方案，战场生存力强，而且与现役车型高度通用。目前“萨拉托加”已完成超过47 725千米行驶试验，准备投产以满足当前作战任务需求。

“阿夫纳”轻型防护车由MDT装甲公司研制，总重8.8吨，可根据用户需求设计为车长5米或5.6米。5.6米车型可用作人员输送车，包括驾驶员和车长在内载员11人。车内地板上安装有导轨，能根据需求快速配置座椅。它采用294千瓦涡轮增压柴油机和自动变速箱，乘员舱采用新型钢质装甲，并有附加装甲板，可通过换装装甲板实现不同水平的防护能力。首辆样车装拉斐尔公司的“萨姆森”两用遥控武器站，配备40毫米榴弹发射器和并列机枪，可在装甲防护下补给弹药，弹药通过车顶滑舱盖输送至车内。武器站传感器组件包括昼用/红外瞄准具和激光测距机，车长和炮长各配有一台平板显示器，用于瞄准目标。除了标配的空调系统，车体后部增加了一台空调，并且安装了三防系统。

轻型战斗战术全地形车由奥施科施防务公司研制，是该公司的第六代研发车型，外形与该公司防地雷反伏击全地形车相似，轻约50%，旨在竞标美国陆军联合轻型战术车项目。该车现阶段采用民用车的动力传动系统，还可选装结构更紧凑、燃油经济性好且输出功率高的柴电混合电传动系统。悬挂系统采用奥施科施公司新型TAK-4i“智能”全独立悬挂系统，高度可调。现已完成80 450千米的评估试验和测试，车轮行程达0.508米，超过当前标准25%。该车将采用满足美军标的成套防护组件，完成开发后可满足联合轻型战术车项目的要求，平均成本控制在23~27万美元，部分变型车能使用CH-47直升机吊运。





弹道导弹与运载火箭的差异

专家/汤志成 闻成
主持人/蓝白

[文章编码0201]



▶苏联SS-6战略导弹与发射第一颗卫星的运载火箭非常像



▶"朱诺"2型运载火箭

记：运载火箭最初由液体弹道导弹发展而来，但在发展过程中逐渐分野明显，本文就谈谈两者差异。

汤： 各国运载火箭的发展，除日本外，无不与液体弹道导弹密切相关。苏联于1957年发射第一颗卫星的运载火箭"卫星"号是在世界第一枚洲际弹道导弹SS-6的基础上拆装而成的。美国发射第一颗卫星的运载火箭"朱诺"号，也是以"红石"液体弹道导弹为基础改成的。继"朱诺"1号后，美国还在"雷神"、"宇宙神"、"大力神"等液体弹道导弹的基础上发展了"雷神"、"宇宙神"、"大力神"和"德尔塔"等系列运载火箭。西欧早期联合研制的"欧洲"号运载火箭，也是以英国"蓝光"液体弹道导弹为基础的。中国"长征"系列火箭同样是在液体弹道导弹的基础上发展的。伊朗于2009年发射其首颗自研 "希望"号卫星的"信使"2运载火箭，则是由"流星"3导弹改装而成。

但随着各类航天器发展，对运载火箭的运载能力和关机点速度提出了更高要求。就运载能力而言，苏联SS-9导弹起飞质量达200~204吨，而弹头重量不过5吨。苏联SS-18是世界最大的两级液体导弹，有多型，最多可带10个分导式弹头，弹头当量最大2 500万吨，但弹头重量不过1.3~6.8吨。与之对比，苏联于1971年发射的世界上第一个空间站"礼炮"1号质量约18吨，是SS-18导弹弹头最大质量的近3倍，最小质量的10余倍。美国第一个空间站"天空实验室"，总质量约77吨，由近地轨道运载能力达118吨的"土星"5火箭发射入轨。另如，中国"长2丙"的低轨道运载能力为4吨，"长3B"捆绑式火箭可将5.1吨的有效载荷送入地球同步转移轨道。再如美国的"德尔塔"4号火箭，低轨道运载能力为6.7~23吨，地球同步转移轨道运载能力为3.9~13吨。"德尔塔"2000的低轨道运载能力为2吨，地球同步转移轨道运载能力为0.72吨。

欲将航天器送入预定轨道，运载火箭必须将其加速到7.9千米/秒。而按照现代火箭发动机的性能和结构水平，一般推进剂的单级火箭都完不成这一任务，必须用多级，级数越多能达到的速度就越大，因此运载火箭至少2级。比如，美国"宇宙神"系列火箭是由"宇宙神"两级液体洲际导弹的弹体与不同的上面级组合而成的，被称为2.5级。苏/俄的四级型运载火箭 "质子"号能将2.2吨载荷送入地球同步轨道，将4.6吨载荷送入火星轨道。美国"土星"5号也由四级组成。

但反观液体洲际弹道导弹，世界上射程最远的SS-18，Ⅰ型弹头重6.1吨、射程15 000千米；Ⅲ型弹头重5吨，射程16 000千米，无论打击地球上的何种目标，射程均有较大余量。可见，对液体弹道导弹而言，采用两级发动机就足够了。事实上，各国现役的陆基液体洲际弹道导弹，除SS-18外，还有俄SS-19、中国DF-5等，也是两级导弹。俄DⅣ核潜艇所装SS-N-23导弹由于弹径只有1.8米，远小于SS-18的3.35米和SS-19的2.5米弹径，因此仍采用三级液体发动机。

记：运载火箭设计上有时出现火箭直径逐级减小的情况，如意大利"织女星"火箭，一子级壳体直径3米，二、三子级直径1.9米，苏联早期很多型战略导弹以及美国"民兵"系列等也有这种逐级缩小的情况，这看上去不利于缩短箭(弹)体长度。

闻： 你是指没有充分利用火箭的长度，实际上作为民用的运载火箭而言，其更多的考虑是制造和使用成本问题。首先，其大多采用已有的不同火箭体系组合的方式来发





▶左为"宇宙神"-B洲际导弹，右为1962年2月20日将首位美国宇航员送入太空的"宇宙神"运载火箭，两者外形结构高度相似

展新型火箭，使用已经完成设计或多次使用的火箭级段的技术风险较低，因为其已经过多次发射实践检验，可靠性不会成为新型火箭设计的顾虑。其次，这种方式经济成本也较低，因为无需重新设计。此外，下面级比上面级尺寸大，也符合运载火箭设计规律，因为上面级通常是下面级的载荷。实际上如果多级火箭的各级段都是重新设计，所谓的“下粗上细”的情况不太多见。这种情况一般会增加地面使用和保障的难度，但对于发射条件较好的运载火箭而言不成问题，因为运载火箭通常采用塔架发射，这种情况下发射支持系统尽可能适应于火箭的外形等特点。而这在使用环境更复杂的弹道导弹上很难做到，这也是各国弹道导弹经过初期的塔架发射后，很快都开发了更灵活的其它发射方式的原因。不同直径的问题对于采用井式热发射的弹道导弹也不是十分突出，因为发射井中有足够空间适应导弹外形。而对于需要地面或海上机动的公路/铁路机动或潜射弹道导弹而言，就会存在发射/运输平台重心平衡，发射筒与导弹弹体的适配等问题，因此上下直径不同的情况并不多见。实际上，这一问题在与潜射导弹发射类似的井式冷发射方式中也存在。例如，美国已退役的“和平卫士”，就需要考虑到发射井和弹体外形的适配问题，因此上下直径是一致的。可见导弹或火箭外形与采用的发射系统是相互配合适应的。

记：战略导弹的弹头整流罩直径倒是很少大于二三子级。

汤：运载火箭一般有2~4级，每一级都有自己的箭体结构和动力装置，控制系统则通常各级共用。当有效载荷的径向尺寸较大时，整流罩外径会超过火箭直径，此时还需要有一个倒锥段与箭体相连。对多弹头弹道导弹而言，即使装上十个八个分弹头，体积也比运载火箭的载荷小得多，所以虽有一级、二级、三级直径逐渐减小的情况，但很少见到弹头直径比箭体直径还大的弹道导弹。

记：运载火箭的整流罩一般采用传统的2个半罩，战略导弹的弹头整流罩结构与其是否有区别？

闻：本质上没区别。实际上弹道导弹弹头的整流罩开启方式非常复杂和多样，与运载火箭整流罩设计的主要区别是由于其载荷和开启环境不太一样。首先，运载火箭的载荷多外形复杂不规则，通常直径还大于火箭上面级直径，因此大家多看到运载火箭头部较大，这使整流罩结构多为蚌壳式，从中间向两侧开启。而弹道导弹多为了追求足够的射程和考虑到再入环境的复杂，其弹头多较为规则，流线形较好，尺寸也较小。其次，运载火箭载荷通常无需再入大气层，因此整流罩开启较早，而弹道导弹的所谓整流罩通常就是其再入载具的外壳，只有多弹头导弹的母舱与运载火箭整流罩功能类似，而目前许多型多弹头导弹并没有母舱整流罩，如俄SS-20等型导弹，其多弹头组件本身具有较好的流线形，直接组装在弹体上，外面就是弹筒。

记：运载火箭外加助推器司空见惯，早期的弹道导弹也曾用过这种结构。

汤：运载火箭的第一级大多有助推器。助推器可以用固体或液体燃料，其数量根据运载能力需要来确定。苏联SS-6导弹和美国“宇宙神”导弹用过这种结构，但这种结构作战运用性能太差，加之采用2~3级串联的导弹也能满足洲际射程要求，后来就再没国家采用了。

“宇宙神”导弹曾用过3种发射方式：第一种是导弹在地面垂直或水平贮存，从地面发射；第二种是导弹平时水平贮存在地下井掩体内，战时由地面发射；第三种是导弹平时贮存在地下井内，战时先加注推进剂，再由升降系统将导弹提至井口点火发射。“宇宙神”于1959年装备，从1965年起被“民兵”取代。

从作战运用角度看，加助推器的导弹，不论是地面准备、地面发射，还是井内准备、井口发射，都存在很多不足。就SS-6导弹而言，4个液体助推器各长19米，底部直径3米，尾部外侧还固定一个三角形尾翼。很显然，仅将助推器运至阵地就需数台车辆，将助推器固定在中央芯级上也需要专用机械设备。而更大的问题是，SS-6弹头质量约3吨，但起飞质量却高达300吨，在发射前需要耗费很长时间来进行液氧和煤油的加注，生存力太低。再就“宇宙神”导弹而言，其在井内准备与加注虽然减少了暴露时间，但要求发射井内径达15.8米，相比之下，“民兵”发射井内径才3.66米。同时，井内提升机械也较复杂，但若直接从井内发射，主发动机和助推器同时点火，排焰问题又不好解决。因为这些问题，加之多级火箭采用串联方式具有结构紧凑、级间连接容易和发射装置简单等优点，故而采用捆绑式结构的洲际弹道导弹被淘汰就不足为怪了。

记：战略导弹与运载火箭在弹体材料、推进剂方面是否存在差异？

闻：两者本质上没有太大差别，早期导弹与运载火箭的燃料是完全一样的，但随着技术进步逐渐出现一些不同。首先，运载火箭的主发动机大多用液体燃料，这主要是为了追求成本低廉化，因为单次发射成本是衡量运载火箭性能的重要指标。一般情况下，液体燃料成本和技术风险要比固体燃料低。但由于液体燃料不稳定，且发动机总体尺寸大，因此其逐渐在淡出人们对弹道导弹燃料选择的视线，而固体导弹的作战使用性显然优于液体导弹。其次，由于助推段反导的存在，许多国家都在考虑或已经采用了火箭速燃技术，如“白杨”M改进了推进剂并增大发动机喉部内径，可缩短主动段飞行时间，减少被拦截的可能，而这是运载火箭无需考虑的。此外，虽然运载火箭也会采用复合材料，但总体上比导弹要少，这也是考虑到加工和使用成本问题。

汤：从20世纪90年代开始，俄罗斯便将部分SS-18改装为“第聂伯”运载火箭，将SS-19改装为“轰鸣”和“天箭”运载火箭，将SS-25改装为“起飞”系列运载火箭，将SS-N-20改装为Rif-MA运载



▶“宇宙神”5（左）和意大利“织女星”（右），各子级直径不同

火箭，将SS–N–23改装为“静海”系列运载火箭。这些也反映出两者差异不大。

记：液体燃料发动机用于运载火箭可多次点火，用于导弹，此优势就没了。

汤：确实，固体推进剂发动机通常只能一次性工作，要实现重复启动异常困难，这对于要求发动机连续工作的弹道导弹而言无关紧要，但对运载火箭来说就不行。运载火箭的飞行弹道通常是由若干个动力飞行段与自由飞行段组成的，为满足入轨位置和入轨精度的要求，各级发动机必须多次重复启动，液体发动机只要停止推进剂供应就可实现关机，因而能满足运载火箭的工作方式。

不过，在航天领域，运载火箭的助推器、近地点发动机、远地点发动机和制动发动机等，多使用固体火箭发动机。

闻：目前各国战略导弹采用液体燃料大多是因为技术和成本问题。弹道导弹弹道较简单，无需多次点火，即使固体燃料导弹为射程或特殊弹道需要而减速制动，也采用反推发动机的方式。

汤：固体推进剂主要优点是可做成药柱或浇注于燃烧室，性能稳定，一般可存放5~10年，测试、运输方便，满足战时快速反应要求。但固体推进剂发动机的真空比冲（消耗单位质量推进剂产生的推力）较低，为2 500~3 000米/秒，而液体发动机为4 000米/秒或更高。

记：发展中国家初期研制的远程弹道导弹及运载火箭都很细长（如伊朗“流星”系列、印度“烈火”1/2、朝鲜“大浦洞”及以色列“杰里科”等），射程越远此现象越突出，似乎存在技术瓶颈。

汤：某些国家的弹道导弹及运载火箭在外形上细长可能并没有反映其设计、制造水平。以拥有目前世界上最庞大弹道导弹部队的朝鲜为例，共部署弹道导弹1 000枚，其中“飞毛腿”系列短程导弹约600~800枚，“劳动”中程导弹150~200枚，“大浦洞”1导弹和“大浦洞”2导弹50枚。但有专家推测，“劳动”导弹要么是苏联制造的，要么是在俄罗斯帮助下用俄设备或用俄技术标准生产的。“大浦洞”1、“大浦洞”2都是在苏联导弹部件的基础上设计制造的，并且这些部件或许还不是朝鲜生产的，朝鲜制造多级火箭的过程不过是对这些成品的拼装而已。再看伊朗，伊朗弹道导弹的数量虽然不少，但“流星”1为苏联“飞毛腿”B的出口型，“流星”2为苏联“飞毛腿”C的仿制型，“流星”3（又名“地震”3）可能为朝鲜“劳动”导弹的仿制型，因而技术水平都不高。被炒得沸沸扬扬的“波斯湾”反舰弹道导弹的原型据称是“穆沙克”160，又称“法塔赫”110。“法塔赫”110为单级固体弹道导弹，射程约170千米，有外国报告称其可能是仿照DF–11A制造的。的确，DF–11A也较细长。“烈火”1/2导弹、“杰里科”导弹也给人类似印象。但辩证地看，“烈火”3导弹，2011年11月15日试射成功的、射程为3 500千米的“烈火”4明显比“烈火”1/2粗短，因此，出现这种情况可能与上述国家导弹射程都较近有关，与技术瓶颈关系不大。



▶由SS–19洲际弹道导弹改装的“轰鸣”火箭进行商业发射

闻：各国在导弹发展初期都将射程作为最主要目标，较大的射程即意味着更大尺寸的火箭发动机，而这又受到设计和生产技术的局限，因此大多采用了增长燃料贮箱或再增加一级串联火箭的方式。例如，伊朗和伊拉克在发展增程型“飞毛腿”时都用了加长燃料贮箱的方式，而印度在发展“烈火”2时用了为“烈火”1多串联一级火箭的方式，朝鲜的“大浦洞”1也用这种方式来提高射程。因此此类火箭在总体结构上长径比过大，这为其以后发展埋下了隐患。

增大弹道导弹直径，就需完全改变设计，而且需要更大弹体加工模具和生产设备，这对弹体材料也提出了更高要求。而对于采用复合材料的固体导弹，意味着需要更大的复合材料纤维加工机械，这都可能成为发展障碍。

汤：要在中近程弹道导弹的基础上发展远程、洲际弹道导弹，需解决两大技术难题。一是大推力发动机问题。这种解决方案不能仅通过多串并联发动机来增加推力。因为火箭级数越多、结构越复杂，可靠性越低。到目前为止，各国都很少采用多于四级的火箭。

闻：从以往航天发射或导弹试验情况看，火箭故障发生在各级分离阶段的概率较高，因为这一阶段上一级火箭要准确关机，爆炸螺栓要准确适时启爆，其威力要恰好破坏两级火箭的连接，然后就是下一级火箭要准确实现点火启动，任何不准确或不精确都可能造成分离失败，而增加一级就意味着出现故障的概率要增加一倍。苏联N1火箭就是例子。此外，过多的级数意味着更多的火箭过渡段、分离机构以及冗余的燃料舱设计，这些都增大了火箭总体质量，反而



▶“烈火”2（左）比“烈火”1（右）多串联了一级火箭



▶左为“烈火”5想像图，它和“烈火”3（右）是一个系列的，导弹长径比明显小于“烈火”1和“烈火”2



▶伊朗“波斯湾”反舰导弹的原型据称是“穆沙克”–160，弹体细长

降低了载荷效率，得不偿失。从国外多年经验和计算来看，采用三级以下设计是各种因素折中的结果。

汤：提高射程的另一个难题是再入问题。众所周知，洲际导弹弹头再入大气层时，速度通常达到20马赫，驻点处可达7 000~11 000℃。不要说用普通金属材料制成的弹头壳体难以承受，即使弹头壳体上再敷一层耐高温烧蚀的保护层，也难免被熔化，并且在弹头再入时，还会遇到横向过载、滚动共振及粒子云侵蚀等问题，轻则使弹头偏离轨道，重则使弹头解体。也正因此原因，美国“大力神”导弹弹头的头几次飞行试验均告失败，“民兵”3采用的MK-12型弹头在前两次再入飞行试验中穿越大气层时都被烧毁。因此，若仅从解决有无问题这个角度出发，应该说火箭发动机问题和再入问题是长期困扰欲发展远程、洲际弹道导弹的国家的两个主要难题。

记：战略导弹再入段速度是否有极限？有些机动式弹头采用横向变轨，是否会因大气层阻力导致再入速度下降？

闻：就受力运动而言，这种下落加速是没有极限的，但理论上由于其受到大气阻力，这种下落速度的增加不是线性的，其速度达到一定值后，再加速的难度非常大，直到近似加速度趋于零，也就是高速的匀速运动。但这仅仅是理论上，因为还没达到这种速度时，弹头下落的行程就已完成，而且在这种加速过程中，早期的弹头材料就已经无法承受气动加热烧蚀和粒子云侵蚀而化为乌有了，因此我们的理论推理是无法验证的。有些导弹采用横向变轨，主要是实现再入弹道的复杂化，以对抗反导探测和拦截。

记：战略弹道导弹的运动特性与运载火箭有哪些区别？

汤：在主动段基本相似，都是从地面垂直起飞4~16秒后，按预定程序转弯，穿越大气层，当达到给定高度和速度时关闭发动机。这之后，两者的运动特性就有了较大差异。

就运载火箭而言，若承担入轨点高度为150~300千米的低轨道卫星的发射任务，通常情况下，在发动机工作结束时，其运动状态（角度、速度）已达到入轨要求，可将卫星送入环绕地球的轨道。对于要求进入较高轨道（通常入轨点高度在2 000千米以下）的卫星，出于节省能量或满足特定入轨位置要求的考虑，在动力飞行段之后，运载火箭往往依靠本身惯性先滑行一段时间，至适当位置时发动机再次点火，使卫星加速到能达到入轨要求的速度并将其送入轨道。对于要求进入更高轨道的卫星，除运载火箭的发动机要再次启动外，卫星本身往往也配备火箭发动机，以满足进入目标轨道的速度要求。

记：战略导弹从未设计成主动段只开一、二级发动机，如果第三级留到再入段时开机，是否能增大再入速度？

闻：首先，再入速度不是越大越好。弹头的高再入加速对弹头内设备也提出了更高要求，因为核装置内部结构可能会因较高的加速度而变形，这就如同驾驶员在急速转弯过程中可能飞离驾驶位置一样。而有些需要末段精确制导的导弹在再入到一定高度后反而需要设计一个减速过程，例如，美国“潘兴”2导弹采用了雷达成像相关末制导方式，其弹头在再入到40~60千米高度时，需拉起弹头以降低下落速度，以便成像雷达开机搜索目标，所以再入速度不能太高。战略导弹发动机在主动段内消耗完毕，剩下完全靠惯性飞行，弹道设计上就已瞄准了目标。如果再入段发动机再次启动，可能影响导弹姿态。而且弹头再入时不是圆锥尖端对准目标而是圆锥侧面对准目标，以使弹头内雷达能探测目标。另一方面，设想成主动段不将各级发动机燃烧完毕，而留一级给再入段时启动，必然会降低主动段关机点速度，对再入段速度的提升也不会有帮助。

记：顺便提一点，战略导弹主动段关机时的速度值大小与弹头在再入段经过同一高度时的速度值比较如何？

闻：战略导弹主动段关机点的高度有在60千米的，更多的在80千米。对卫星来讲，轨道高度150千米时大气粒子的影响就不能忽视，国际上一般以100千米高度作为大气层密度的分界线。如果导弹在80千米高度关机，导弹只靠惯性飞行，要受到至少20千米高度段的稀薄大气的阻力影响和外层空间的一些粒子的影响，当再入段回到80千米高度时，弹头的速度值肯定是小于主动段关机点速度的。当弹头加速到接近地面时，速度值会逐渐增加以至超过主动段关机点速度。

记：如果航天器入轨、对接等制导技术先进，对战略导弹制导是否有帮助？

闻：没有直接帮助，一个是主动控制，一个是事先设计好的自动控制方式。

汤：两者差异很多，最主要的是对载荷的控制方式。现代战略弹道导弹已失去了希腊文“抛射”的原意，为提高精度和突防力，在弹头再入大气层后，有的甚至在飞行中段，也对弹头进行制导与控制。不过，这种制导与控制，如偏离弹道自毁，搜索、跟踪、攻击目标等，都是依靠导弹或弹头自身完成的。但对卫星或飞船入轨及空间站对接的控制，则有所不同，其可以自动进行，但主要还是借助地面和航天器上的无线电测控系统配合完成。当然，随着计算机系统功能的增强，航天器自动控制能力也在提高。

记：最后谈一点，各国运载火箭多为白色涂装，而弹道导弹则白色、绿色、迷彩涂装兼有，是什么原因？

汤：机动式战略导弹必须依托技术阵地，机动范围不会很大。而核大国之间对彼此的导弹阵地位置都很清楚，所以战略导弹的隐身涂装意义不太大。但对近程弹道导弹来讲，由于要靠近前沿部署，对方战斗机等有可能形成威胁，因此还是绿色等隐身涂装较好。

闻：近程弹道导弹也有白色涂装的，不过一般都是试验发射状态，真正服役的导弹还是保护色涂装最好。运载火箭白色居多，除了不用考虑隐身外，其原因一个是白色利于商业宣传作用，另一个是厂房里生产时给人整洁之感，还有一个是火箭上万一有污物或破损易被发现。至于弹道导弹，如果有外部弹筒，则保护色涂装都在弹筒上，导弹本身几乎是原色。比如俄罗斯SS-20和“白杨”等导弹，其弹体上还保留着网格线以及一些数字，这是在导弹生产装配及维护时为导弹部件定位而设计的标识线。



▼SS-20弹体上的网格线和数字

美国陆军新世纪的“曼哈顿工程”

主持人/东 翼 观察家/杜文龙

[文章编码0202]

自从冷战开始，争霸的美苏双方不断发展完善毁灭对方乃至毁灭全世界的武器装备。核武器作为“终极武器”，其威力和投射工具不断完善。弹道导弹作为核武器投射的一种重要工具，其发展已经相当完善。更重要的是，随着技术的发展，反弹道导弹技术也已日臻成熟。因此，如何发展一种更灵活、更具突防能力的新型战略武器投射平台，一直是世界霸主的梦想。更高的速度永远是人类梦寐以求的，而高速度赋予武器的突防能力也从来未脱离专家的视线。美国的下一代战略武器投送平台依然瞄准了速度，只不过这次的速度更高、平台更灵活。

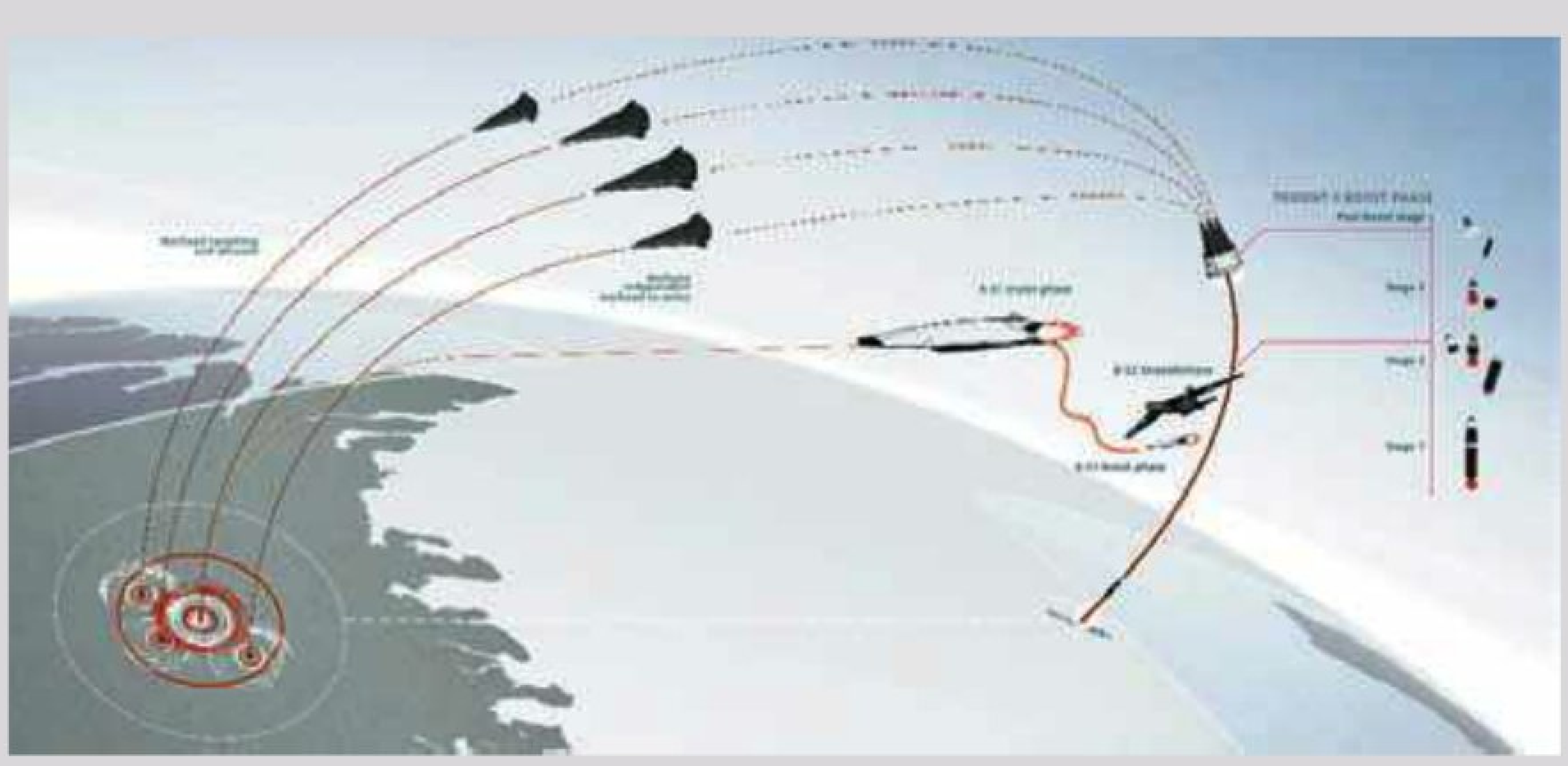
2010年4月和2011年8月，美国空军进行了HTV-2“猎鹰”超高声速飞行器的试验飞行，先后飞行139秒和9分钟坠落。当全球沉浸在1小时全球打击系统即将陷入夭折的猜测时，此次陆军成功的全程试验飞行，再次让世界看到了美国发展新型战略打击武器的决心。

2011年11月17日，继海军与空军发展全球快速打击武器之后，美国陆军成功地进行了超高声速飞行器试飞，开启了陆军开发全球即时打击武器的序幕。陆军试飞的飞行器是一架概念机，由陆军空间和导弹防御司令部与战略司令部负责，隶属“高级超高声速武器”(AHW)项目。飞行器于美国东部时间6时30分从夏威夷考爱岛的太平洋导弹试射场发射，击中了夏威夷西南约3 900千米外马绍尔群岛夸贾林环礁里根试验场的预定目标。

21世纪美国陆军的“曼哈顿”工程

美国的全球打击系统始于1993年。面对当时以速度为核心的打击能力，受到军种职能限制，美国陆军陷入了力不从心的窘境，海军与空军凭借技术优势一马当先，陆军在技术门槛较高的战略打击能力面前，再度被边缘化。此次成功试射高超声速武器，可以视为美国陆军战略打击能力崛起的重要标志。

美国陆军发动并成功实施的“曼哈顿工程”，成功地开发了人类历史上最具杀伤力的武器，奠定了20世纪战略武器的基本物理结构和杀伤原理。二战中参战国使用的200万吨TNT弹药，只相当于后来B-52战略轰炸机携带的2枚氢弹爆炸当量。从美、苏成功爆炸并装备核武器以来，不断壮大的核武库成了最令对手胆寒的力量。当1967年苏联在美国的后院古巴竖起核导弹时，以3万多枚核弹做后盾的肯尼迪总统，不惜摆出决战架式逼退了苏联的核攻势。正是这种超级毁伤能力，使核武器从沙漠铁塔顶端的核炸弹，发展成了陆基核导弹、战略潜射核导弹和空基核巡航导弹，从而确立了三位一体“核威慑”的基本格局。冷战时期双方战略打击力量的发展，都是在加高陆、潜、空这三道核围墙。核打击作为一种传统的战略打击手段，能够起到存在即威慑的作用。对手只要制造并爆炸了核武器，不管核政策怎样制定与发布，只要陈列到武器库中就能够对敌方构成威慑。冷战期间，核威慑是应用最为广泛的战略威慑手段，也曾经是战略威慑的主要手段。可以说，是美国陆军69年前的动意，推动了美国战略打击能力向核武器的转型。面对自20世纪90年代由美国空军与海军主导的新型战略武器转型，美国陆军长期的低层次技术与频繁的战争行动，几乎被排除到战略武器转型的圈子之外。此次在太平洋上的一飞冲天，可以视为美国陆军在21世纪的“曼哈顿工程”，吹响了陆军发展战略打击能力的号角。



▶美国国防部主导的X-51高超音速飞行器项目。图为X-51由B-52轰炸机发射，相较于潜射“三叉戟”导弹更具优势

陆军加入“空海一体战”的门票

2009年下半年以来，美国海军、空军和美军太平洋总部根据前国防部长盖茨的授意，联合展开“空海一体战”理论研究。2010年5月18日，美国智库战略和预算评估中心公布了最新研究报告《空海一体战的初步构想》，认为“空海一体战”将极大地增强美国与盟国空海军力量在西太平洋地区的作战效能。“空海一体战”理论的提出，第一次勾画出信息时代海洋战争的雏形。面对新型战争体系和武器发展需求，美国陆军处于边缘化的位置。因为就“空海一体战”的预定战场和作战行动来看，美国

陆军除了进行有限的防空与反导作战，基本上无用武之地。美国陆军继“曼哈顿工程”之后，首次无缘战略打击能力的构建，陆军已经由冷战后战略打击能力的奠基者沦为无关紧要的旁观者。此次以全球打击能力为目标的超高声速武器试射，就是美国陆军加入“空海一体战”的一张门票。



▶美国海军的“高超音速飞行”(HyFly)验证计划，其DCR发动机在高速风洞中准备试验。高超项目成功与否，超燃冲压发动机技术的突破是关键

全球打击能力作为空海一体战的重要支柱，在当初的规划中基本与陆军没有直接关系。这个计划的近期目标是以海军“俄亥俄”级战略导弹潜艇的常规巡航导弹改进为主，潜艇上的1个弹道导弹发射筒改装后，能够容纳7枚“战斧”常规巡航导弹，让1艘战略导弹潜艇成为154枚常规导弹的发射平台。在刚刚结束的利比亚战争中，经过改装的“佛罗里达”号向利比亚境内的卡扎菲军队的指挥系统、情报系统和重要目标发射了93枚巡航导弹，占多国部队发射巡航导弹的60%以上。计划的中期目标包括海军的潜射全球打击导弹和空军的助推-滑翔打击系统。在2010年5月26日和2011年6月13日，美国空军两度进行X-51超高声速导弹试射；2010年4月和2011年8月，美国空军进行了HTV-2“猎鹰”超高声速飞行器的试验飞行。目前，快速打击系统的发展正处于中期发展阶段。计划的远期目标是超高声速巡航导弹，使之成为美国新型战略打击武器的支柱。在这些计划中，美国陆军基本没有纳入发展计划，更没有形成技术专长。而未来10年武器装备发展计划中，美国陆军为转型而发展的“未来战斗系统”(FCS)也因为经费情况而被消减，当日被称为“华尔街血淋淋的一天”。美国陆军无论是发展还是转型均面临严重挫折与考验，只有跳出陆军的传统职能限制，才能够在新型战略打击能力发展上占有一席之地，摆脱边缘化的不利境地。

“空海一体战”的门槛不低，如果没有在海洋与大陆之间的海陆区域内远程、快速、精确的打击能力，就真的成了空军与海军的一体作战，曾经发起“曼哈顿工程”的美国陆军，边缘化趋势明显，没有这张门票，陆军将被开除出美军未来最大、最有前景的作战样式。

从本次美国陆军试验的武器性能和试验场地选择来看，陆军也算得上煞费苦心，在靠近美国“空海一体战”主战场的太平洋方向进行试验飞行，也显示出了对未来新型作战样式的适应能力。陆军的加入，是继海军陆战队加入“空海一体战”之后，最终形成4个军种联合作战的基本保证。

美国2011年10月25日高调销毁了最后一枚B53核弹，爆炸当量900万吨。而1961年苏联试验过5000万吨当量“沙皇炸弹”。据称，苏联阿尔扎马斯-16试验室还研制过当量为10亿吨的氢弹。这些熟悉的场景将随着新型战略打击武器的发展而发生重大变化，今后或许能够从新一代赫鲁晓夫们的口中听到“我们刚刚试射了100马赫的飞行器”云云。

引发全球新型战略武器转型和竞赛

继美国于2002年开始启动战略武器从“三位一体”向“新三位一体”转型后，全球快速打击能力就成为这个转型发展的重要组成部分，实现战略打击武器威慑与打击能力的一体化，克服核武器威慑有余而实战不足的缺点，避免全球在核战争中共同毁灭。1小时全球打击能力就成为新型进攻体系的发展重点，高超声速飞行技术是这种武器的核心。由于飞行速度快，突防能力强，命中精度高，效果可控，规模可控，超高声速打击武器将成为重要发展方向。而这种技术的发



▶HTV-2的想像图。美国各军种都在出资进行自己的高超音速飞行器项目，已期在未来巩固本军种的地位

展也将引发全球范围内，继核武器竞赛外又一场战略武器竞赛。由于技术水平高，财力投入巨大，未来的快速打击武器竞争将把全球引入一场比核竞赛还要危险的对抗之中。

俄罗斯在高超声速技术领域也处于世界领先地位。俄早已拥有“白蛉”、“宝石”、“花岗岩”、“沙箱”等多种冲压发动机推进的导弹，为高超声速研究奠定了坚实的基础。目前，俄罗斯高超声速技术已进入飞行验证阶段，正在研究更接近于实际的飞行器布局。俄罗斯还正在研制“下一代发射技术”高超声速试验飞行器，采用氢燃料超燃冲压发动机，飞行马赫数达6~14马赫，已进行了大量的地面试验和风洞试验。法国把射程大于1 000千米的高超声速巡航导弹作为高超声速技术的首选应用目标，正在研制HAHV高空高速隐身无人侦察机，速度可达6~8马赫，飞行高度3万米，并能够携带武器载荷进攻精确快速攻击。法国和俄罗斯也正在联合研制能够把空天飞机送入太空的全尺寸吸气式发动机，预计10年内取得成果。

印度在与俄罗斯成功研发最高速度达到6 000千米/小时的“布拉莫斯”超声速巡航导弹后，又启动“超级布拉莫斯”，计划研制飞行速度6~8马赫的超高声速运载器，在投放有效载荷后，还能够返回重复利用。巴西于2006年启动了14-X计划，预计2013年试飞。14-X飞行器速度6马赫，配备3台超燃冲压发动机，长度2米，宽度0.8米，采用火箭发射方式试飞。飞行器将安装在两级VSB-30火箭顶端，发射后一级火箭S31加速到4马赫，二级火箭S30工作4秒，加速到6马赫，并到达30千米高度。

英国空战专家汤姆·库柏曾说过，核弹头是人类追求武器威力的极限，而超高速飞行器是人类追求武器速度的极限。美国防部“瞬间全球打击”计划的负责人罗伯特·克勒曾说：“关键是速度！”在各国追求新型打击武器的竞赛中，以1小时全球打击武器为核心的新型战略武器军备竞赛在世界范围内展开，这种“彻底改变战争规则的工具”将使世界变得更加危险。

对付高超声速有什么办法

面对传统的防空预警和拦截系统，超高声速武器的突防能力十分强大，发现与拦截都是一个巨大的问题。在传统反导问题还没有根本解决的情况下，由超高声速武器带来的新型反导难题又横亘在面前，要拦截这种武器，沿传统的思路前行可能是死路一条。拦截超高声速武器，观念的转型与技术的进步至关重要。



▶有美国国防预研局（DARPA）参与的HTV-2。下一代高超音速飞行载体，主要目标依然是靠速度赢得时间并突防，动辄就是5、6倍音速甚至更高



▶美国RQ-170无人机在伊朗坠落，其原因众说纷纭

2011年12月4日晚，据伊朗国家电视台报道，伊朗军方在该国东部地区，以“最小的伤害”射落了一架RQ-170“哨兵”无人侦察机。RQ-170“哨兵”无人机是美国最新型号无人机之一，也被称作“坎大哈野兽”，是一款隐身无人机，用来对特定目标进行侦察和监视，还可用来搜集情报。从伊朗的防空能力和武器装备分析，基本不具备对隐身目标的预警侦察和毁伤能力，因此，判断是被此前已经进入伊朗的俄制“汽车场”电子防空系统击落。

“汽车场”是一种专门用来对付空中目标的电子对抗系统，也是一种电子防空系统。相对于火力防空，这种系统的基本功能不是击落目标，而是通过干扰压制，让机载武器无法命中目标。它主要用于保护地面目标和小型目标免遭敌机轰炸或导弹进攻，而且能同时压制来自任意方向、飞行高度在30米到3万米之间的50架飞机和直升机的侧视雷达、引导雷达、低空飞行保障雷达及空对地火控雷达。

参照这一思路去思考、延伸、拓展，从“反传统”的角度看新型拦截能力的建立，至少有两个方向值得思考。

一是电磁防空。以空袭兵器的电子信息系统为攻击目标，以大区域模糊拦截为基本手段的软打击方式，为拦截传统防空武器无法拦截的目标提供了一条有效途径。或者，与传统防空武器相配合，这种火力+信息的防空行动就是今后防空作战转型的重要标志。或许，拦截超高声速武器的秘密就在其中。

二是轨道攻击。相对于临近空间飞行器的高度，地球轨道高度有更优越的位置优势，因此，使用具备强大轨道机动能力的空间武器向下攻击，也可能成为一种重要的选择。如果以X-37B携带激光攻击、电磁干扰等载荷，对高速目标所在区域进行密集的精确打击和多区域概略拦截，或许能够对“时速1.3万英里的比萨饼”构成一些威胁。

用能量约束能量，这是驯服核聚变的创新型思路。以面对点，以软对硬，或许能够为拦截超高声速飞行器提供一些基本想法。当然，相应的快速预警和跟踪系统也至关重要。

国产出口型预警机交付巴基斯坦

文/本刊记者 秦蓁

[文章编码0203]

编者按:近日,一组中国出口巴基斯坦的预警机照片现身网络,本刊为此特别采访了某型预警机副总设计师、中国电子科技集团公司的曹晨研究员,就该预警机以及相关知识请其做一解答。



▶曹晨研究员



▶ZDK03预警机模型,机身有CETC标志

记者:(以下简称记)曹总您好!最近环球网等网站上出现了中国为巴基斯坦研制的预警机的一些照片,其中一张是预警机的模型,机身上有CETC的标志,这是中国电子科技集团公司的LOGO。作为该集团的科研人员,请您简要介绍一下集团的情况,特别是集团与我国军工产业的关系。

曹晨:(以下简称曹)中国电科集团是我国军工电子与信息技术的国家队,是目前我国十大军工集团之一,2002年成立,主要从事各类信息化武器装备及民用电子信息产品的研制。从电子元器件、国产计算机基础软硬件、整机,一直到像区域综合指挥自动化系统、预警机、数据链这样的大系统,都是中国电科在军工领域的主要业务范围。实际上,大家可以注意到这次出口巴基斯坦的预警机,名字叫ZDK03,其中"ZDK"就是"中电科"的拼音缩写,03则代表这是中国电科继空警2000、空警200之后担任总设计师单位研制出的第三个预警机型号。

在除了预警机外的其它重大工程中,中国电科也都发挥了重要作用。比如在载人航天工程中作为副总指挥长单位,负责了测控通信系统设备、雷达探测设备、太阳能电池和大量关键元器件的研制。在探月工程中,中国电科也是副总指挥长单位,在卫星、运载火箭、发射场、测控通信和地面应用等五大系统中承担了研制任务。在国家公布的16个重大专项中,中国电科在多个专项中承担重要攻关任务,特别是在第一重大专项"核心器件、高端芯片和基础软件(核高基)"中担任了主要角色,并在国家"极大规模集成电路制造装备及成套工艺"科技专项中承担了规划和总体设计工作。

记:雷达是预警机的主要传感器。世界上机载雷达的发展趋势是什么?我国的机载雷达技术在世界上属于什么水平?

曹:目前世界上机载雷达普遍往有源相控阵方向发展,无论是预警机上的机载预警雷达还是战斗机上的机载火控雷达,都是这样,这两个领域是机载雷达最主要的领域。我国以机载预警雷达为突破口,实现了从机械扫描到有源相控阵的跨越,在世界上首次装备二维有源相控阵预警雷达,也就是说雷达波束在水平方向上和高度方向上都能电子扫描,由此也带动了战斗机火控雷达装备采用有源相控阵。从时间上来看,以色列和瑞典是较早将有源相控阵预警雷达形成装备的国家,就是大家熟悉的"费尔康"和"平衡木",美国则是最早装备有源相控阵机载火控雷达的国家,装备在F-22上。欧洲在完成机载预警雷达的有源相控阵应用外,正在装备有源相控阵机载火控雷达,如英国的"狂风"。除了有源相控阵之外,机载雷达一个重要的发展方向是数字化。现在的有源相控阵,其收发组件中发射频率的产生器件以及对波束的接收处理都是模拟的,这样收发组件的重量和体积还是过大,在飞机平台上的适装性不好。数字化的收发组件,发射频率从低频到高频的合成是数字的,在接收处理时,在发射频率上直接进行模拟到数字的转换,不仅大幅度降低了重量和体积,而且波束处理非常灵活,可以在干扰方向上自动地形成最弱的接收,这样大大提高了雷达的抗干扰能力和反杂波能力。我国机载预警雷达的数字化水平已经居于世界前列。

记:我国机载雷达在元器件上面的国产化率水平如何?例如发射机放大管,还有处理器的芯片、程



▶网上出现的ZDK03预警机



▶用螺旋桨飞机装圆盘雷达的预警机有美国E-2、欧洲C-295和图中的美国海岸警卫队的P-3预警机等





▶（左）早期网络上出现的运-8圆盘预警机，载机应为运-8F400。虽然运-8F400与运-8早期型相比有较大改进，但运-8毕竟是运输机，舒适性，特别是噪音控制等与巴方要求有差距

（右）最新的照片显示，ZDK03预警机载机平台与空警200的载机平台很像。而空警200的载机是运-8的最新改进型，甚至可以看做是运-9运输机的雏形，机头和内部改进很大

序软件等是否受制于国外？

曹：我国机载雷达包括固态收发组件及其里面的功率放大管在内的所有关键元器件，都是国产化的，雷达高速数据处理所要求的处理器芯片也是我国自己研发的。在计算机方面，虽然采用商用现货是一个趋势，机上的数据处理、情报分发和指挥控制都无需采用专门研制的军用计算机，直接采用在市场上就能买到的产品就可以基本满足需要，但毫无疑问，这对于维护我国信息化武器装备的信息安全是有隐患的。所以，我们这几年坚持推进了包括服务器、工作站、处理器芯片、操作系统和数据库等计算机基础软硬件的国产化工作。我们依靠国产载机平台又搞出了空警200、ZDK03。可以这样说，通过平台、关键元器件以及计算机基础软硬件的国产化工作，我们已经把预警机发展的主动权牢牢掌握在自己手里。

记：从照片看，中国出口巴基斯坦的预警机以运-8改进型为平台，美国的P-3就有预警型，早期也有用C-130做预警机平台的设想。螺旋桨飞机作为预警机平台与喷气机平台相比有哪些优缺点？

曹：原则上，只要飞机有足够的空间和气动潜力，能够允许加装雷达或其它电子系统后的大型天线并提供足够的电力，使得雷达或电子系统的性能达到指标要求；只要飞机有足够的载荷能力，能够容纳所要求的设备和人员，螺旋桨飞机和喷气机都是可以的。当然，螺旋桨飞机要更省油一些。

其实，相比发动机类型对预警机设计的影响来说，飞机机翼相对机身的位置对预警机设计的影响要更大一些。目前预警机的主要气动构型是圆盘、平衡木和共形阵。圆盘和平衡木无论是上单翼还是下单翼都有这种布局，它们的共同特点是把天线放在机背。但上单翼飞机的机翼相比下单翼飞机的机翼，离机背的雷达天线更近，对雷达波束的遮挡要严重一些；为了减轻遮挡，需要把支架架得更高，这会带来较大的阻力，对支架的强度要求也会提高，对飞机的操稳影响也更大。对于共形阵来说，由于前机身两侧最为宽敞，所以一般把雷达天线贴在前机身两侧安装。对于上单翼的飞机，发动机一般下吊式放置，所以波束扫描到发动机位置时会被遮挡，而且由于雷达天线总会有一些凸起，也可能影响到发动机进气。下单翼的飞机则不会有这么严重的问题，所以国外的共形阵飞机，包括波音707"费尔康"以及"湾流"550"海雕"，都是下单翼的。螺旋桨飞机一般来说也很难做成共形阵，主要是桨叶遮挡的问题。

记：预警机发现空中目标相对简单，但对地面目标或在山区等，如何精确确定目标，过滤掉杂波？

曹：预警机主要是看空中目标，特别是低空飞行的空中目标。地面上的运动或静止目标，预警机是不看的。美国人搞的E-8"联合星"系统，其实不叫做预警机。空中目标既可能在海面上，也可能在陆地上空，来自海面或陆地的雷达回波就是杂波。虽然海杂波比陆地杂波要弱，但它们的强度都可能比来自目标的回波强上十万倍甚至更多，如果通过回波强度来区分，杂波就会掩盖目标。为了具备反杂波能力，现代的预警雷达都采用脉冲多普勒技术，利用目标和杂波（地面或海面）相对于预警机的速度的不同来把目标和杂波区分开来。对于E-8这样的系统，与预警机相反，来自飞机的回波是要被过滤掉的，来自地面的回波才是需要的。它通过合成孔径体制的雷达对地面成像，预警机上则是脉冲多普勒体制的雷达。

记：在研制预警机和其它电子设备较多的军机时，电磁兼容是一个较大的问题，怎样处理好这个问题？我国做得怎样？

曹：谈起电磁兼容问题，人们首先想到的恐怕是EP-3电子侦察机。但实际上预警机上的电磁兼容问题更为复杂，主要是预警机上有预警雷达这样大功率、高灵敏度的设备。另外，由于预警机比电子侦察机执行的任务更多，所以电子设备的种类也更多。应该说，以空警2000装备部队为代表，标志着我们已经完全攻克了这个难题。后面再搞空警200和ZDK03，也就不是一个技术难题了。从技术手段来说，大致有频率隔离、空间





▶国外媒体称，ZDK03采用了旋转的圆盘雷达，从这两张图也可以看出。左图雷达的天线透波罩（灰色半圆形部分）在前后位置，右图雷达的透波罩在左右位置，说明雷达是旋转的

隔离、极化隔离和时间隔离4种主要办法。频率隔离是指让不同电子设备尽量工作在不同的频率上。由于不同的电子设备在接收时都有频率选择性，即对不同频率的信号有不同的放大或抑制作用，因此，有可能减弱一种电子设备的信号进入另一种电子设备从而造成的干扰。空间隔离是指让不同的电子设备尽量在空间上相隔足够的距离。由于无线电信号的功率随距离大幅度衰减，因此，即使存在干扰，那么干扰信号进入被干扰设备的接收机时，其强度已经非常弱了。极化隔离是指不同的天线尽量采用不同的极化参数。极化是指电磁场传播过程中电场的变化方向。不同的接收机对不同极化的电磁辐射也会有不同的接收效果。时间隔离，则是让不同的设备分时工作，这是最彻底的解决电磁兼容的方法。但是，各个设备不能同时工作，必然会影响电子系统整体作战效能的发挥。

记：这样看来，解决电磁兼容问题的办法还是很多的，那么，为什么大家却一致认为这个问题是预警机工程设计的重大难点？

曹：最重要的原因在于，这些可能的方法在应用中常常受到多种因素的限制。比如频率隔离，预警机上很多现有的电子设备其工作频段常常是已经设计好而不可更改的。通信电台通常是HF或V/UHF频段的，二次雷达和"塔康"导航系统都是L波段的。即使理论上频段可以选择的设备，如雷达，其工作频段的选择常常受到其它很多条件的限制，绝不可能仅仅从电磁兼容的角度来选定。再者，预警机上的空间也是非常有限的，很多设备并不能随意和随地布置，因此，要使各种辐射源的布局设计达到一定的空间隔离也是非常困难的。而在极化隔离方面，一个常见的限制是，以雷达为例，它所观察的地面或海面，在某种极化下，其反射特性更弱，便于雷达接收到更少的杂波，但这种特性可能会同电磁兼容的需要产生矛盾。正是这样的多方面的甚至是互相矛盾的因素的相互作用，增加了解决预警机电磁兼容问题的难度。这就需要在设计时做好计算机仿真预测与计算分析，对设备的很多电性能提出具体的规范要求，充分地开展各项试验，调整好系统的各项参数等等。

记：雷达和其它设备的散热是一个重要问题，特别是在巴基斯坦或中东那样炎热的环境，可能采取的改进手段有哪些？散热设备占的空间和重量大吗？

曹：雷达是耗电大户，机载预警雷达发射机的峰值功率可达数百千瓦。对于相控阵预警雷达来说，如果是无源相控阵的，热量散发有两部分是大头：一部分是放在预警机舱内的集中式发射机，另一部分是放在顶罩内的移相器。放在舱内的集中式发射机由于发热量太大，像电扇吹风这样的强迫风冷是不行的，一般采用液体冷却的方法。而顶罩内的移相器，可以采用强迫风冷，也可以采用液冷。对于有源相控阵的预警雷达，舱内基本上没有发热大户，发射机化整为零放在成百上千个收发组件里。这些组件都在顶罩内，如果功率较大，肯定要用液冷，例如空警2000。如果功率不大，可以用风冷，例如空警200。大家看到平衡木前端和后端都有孔，那就是用来冷却收发组件的进风口和出风口。除了采用适当的冷却方式外，在新研或选用设备时，必须要使设备的存储温度和工作温度都要能够适应用户当地的使用要求。在设备冷却的代价方面，以冷却系统目前的技术水平来看，散热每千瓦大概要增加1.2~1.5千克的重量。如果需要散热200千瓦，就需要增重300千克左右。

记：您前面提到，相控阵雷达成为趋势，但相控阵雷达天线和传统的机械扫描天线比，也有一些先天的劣势。这些劣势是什么？

曹：相控阵雷达天线与传统天线相比，其问题主要在于天线性能会随波束扫描角的增大而恶化，而传统天线不会有这个问题。这是因为，对于相控阵天线来说，当扫描角偏离天线阵面法向时，波束与天线阵面不垂直，而对天线性能起决定作用的就是与波束垂直的天线面积，称为有效面积。扫描角偏到阵面法线两侧60°时，有效面积只有全面积的一半，天线性能会严重恶化到不能用的程度，这就是一块相控阵天线一般只能扫描左右各60°范围的道理。而由于传统天线的波束始终与天线阵面垂直，因此对天线性能起决定作用的始终是全部的天线面积。天线性能的恶化包括两个方面，一是主瓣变胖，也就是天线增益降低，因为主瓣是从天线射出的电波能量在空间最集中的区域，主瓣越宽，说明这个区域内能量越少，这对于把雷达电波投射到更远的地方是不利的。二是副瓣太高，这个也好理解，因为从天线射出的总能量是一定的，蕴含在主瓣里的能量少了，自然跑到副瓣里的能量就多了。

记：那么，相控阵天线的这两个方面的不足有办法克服吗？这样来说，传统天线还不会被全面淘汰？

曹：这两个方面的性能恶化中，主瓣变胖还可以通过多发几个雷达脉冲去弥补。因为相控阵雷达的波束扫描是可以电子控制的，可以让波束扫得快些，也可以扫得慢些。扫得慢些的时候，波束扫掠过目标时，停留的时间就会越长，也就是发射出的脉冲就越多，回来的能量也就多了，这样就弥补了天线增



►空警200载机座舱，为多个液晶显示器组成的"玻璃座舱"，相较运-8早期型有了很大改观，操控也更舒适



►空警200平衡木后端冷却收发组件的出风口。雷达是耗电和生热大户，散热冷却相当重要



▶智利空军装备的以色列研制的波音707“费尔康”预警机。以色列在相控阵雷达预警机，及共形阵布局方面经验丰富

益下降所导致的能量减少。但是，副瓣抬高的这个问题无法解决，而且其影响会更严重，因为副瓣分布在各个方向上，都会照射到地面，所以会增加地杂波强度，这对于反杂波不利。所以一般来说，机械扫描雷达的反杂波能力会更好。至于说传统天线会不会被淘汰，我认为还不至于，它的出路在于两个方面：第一，雷达不是所有的任务都需要相控阵来解决，机械扫描雷达成本低、使用简单，很多情况下已经够用；第二，可以将传统天线的优点同相控阵结合起来。

记：您刚才讲到可以将传统天线和相控阵天线相结合，欧洲C-295预警机雷达的设计理念是通过旋转天线罩与相控阵天线一体化设计，在天线罩直径一定的情况下，一副天线可以沿着直径安装，长度可以相应增加，以安装更多的发射/接收模块，因此具有更大的功率、更加灵活的扫描，美国E-2C改进型也有这种设想。这种设想同您讲的是不是一个意思？

曹：是的。C-295和E-2C都是圆盘形式的。如果采用相控阵来实现全方位覆盖，至少需要三个阵面，可这两款预警机的载机都是小飞机，允许的圆盘尺寸都不会很大，C-295才6米，E-2C和其改进型E-2D才7米。同样尺寸的圆罩里布置3个天线阵面，相比只布置1个阵面，也就是旋转天线，毫无疑问3个阵面的天线尺寸会小一些。而天线尺寸小了以后，探测距离就不够了。旋转天线的好处是天线尺寸可以更大一些，并且反杂波性能好，可是扫描又不能像相控阵那样灵活快速。那么，能不能把二者结合呢？可以，这种结合叫做“机相扫”。由于工作在相控阵扫描方式下，可以多发脉冲、降低扫描周期，探测距离还可以进一步增加。

记：您能否进一步介绍一下机械扫描是怎样同相控阵扫描结合工作的？

曹：以E-2D为例，雷达在旋转天线的过程中，如果发现某个方向有威胁目标，需要马上再次用波束照射目标，就可以用计算机控制波束进行回扫，克服了单纯的机械扫描要再次观察目标只有等到转了一圈以后的弱点。当然，回扫的角度不会超过天线法线两侧的60°范围。而如果仅需要观测120°空域而不是全空域，天线可以不旋转，仅用相控阵方式工作。

记：听了您的介绍，我们知道了圆盘形预警机雷达主要有三种，一种是像空警2000这样只有相控阵扫描的，一种是像美国E-3和俄罗斯A-50只有机械扫描的，还有一种是C-295和E-2D这样机相扫的。那么，为什么圆盘型雷达使用这么普遍？共形阵提出很多年了，为什么到目前为止还只是以色列自己在研制？

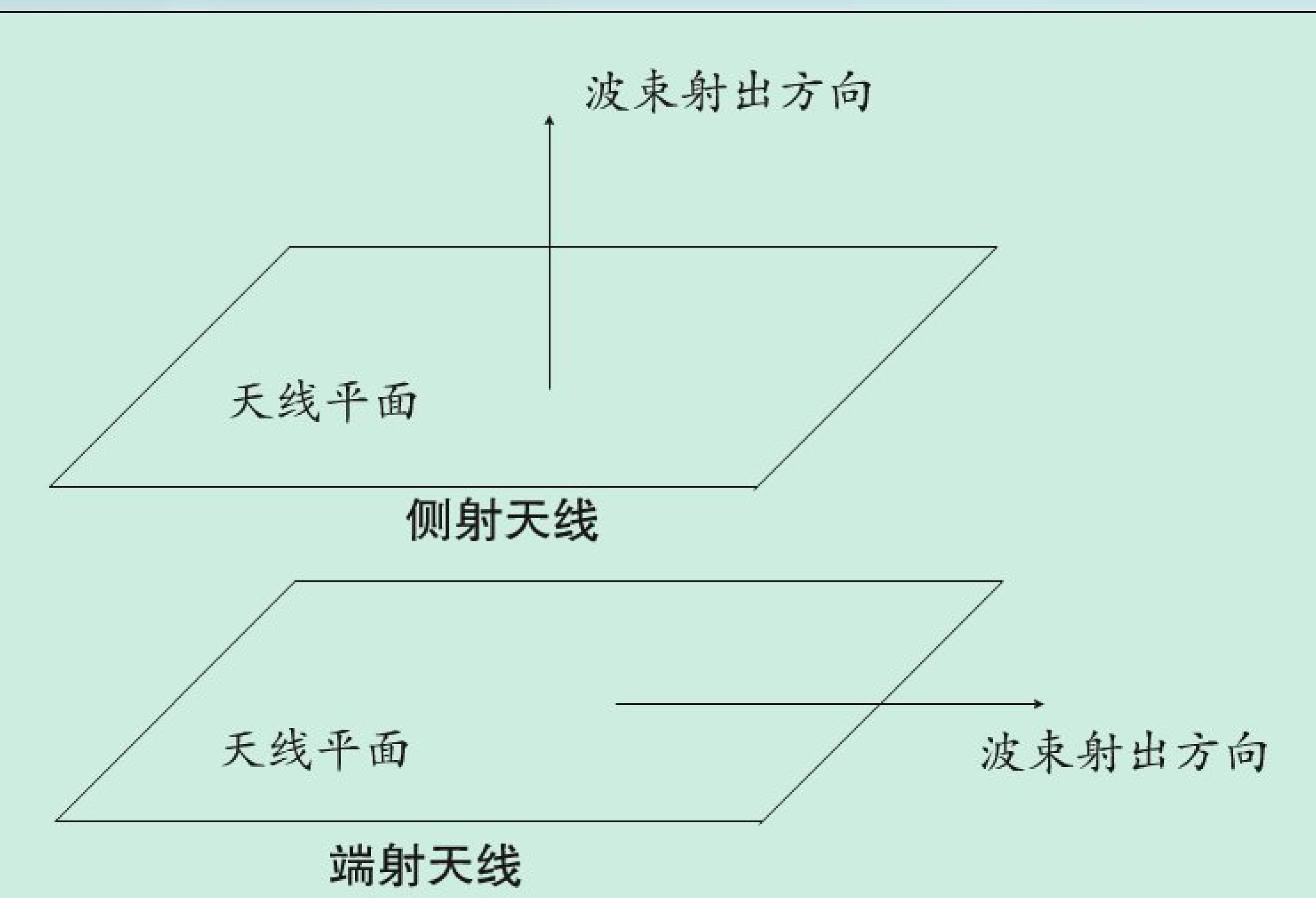
曹：我想，这个问题牵涉到圆盘形、共形阵和平衡木这三种预警机主要气动构型的选择问题。我个人总的看法是，在能够满足雷达探测距离要求的前提下，圆盘可能是最好的选择。如果为了满足距离要求，圆盘所能提供的天线尺寸不够，那就要采取其它一些天线罩形式。例如平衡木形式，可以在像C-295这样大小的飞机上把平衡木的长度做到9米以上，采用共形阵形式，可以在“湾流”550这样大小的飞机上把天线阵面尺寸做到10米×2米，这种尺寸都是圆盘所不能达到的。但在做到天线大尺寸的同时可能会以牺牲全方位性能为代价。平衡木机头和机尾有盲区；共形阵机头和机尾虽然能够覆盖，但距离要近得多。而对于圆盘来说，不管是转的，还是不转的，都能够满足全方位均匀覆盖的要求，而且圆盘的兼容性非常好，同样一个圆盘，既能做转的，又能做不转的，两个都有优势。

记：为了弥补平衡木的方位盲区，E-737上加装了顶帽，这是否能很好地解决平衡木的问题？另外，您刚才提到，共形阵也有方位探测不均匀的问题，能否再解释一下？

曹：E-737平衡木上面增加的顶帽天线，它的波束射出方向是朝向机头和机尾的，而且对天线波束性能起作用的，是天线在机头和机尾方向的尺寸，这个尺寸很大，而不是在翼展方向上的尺寸，所以能够较好地弥补盲区。这种天线的波束射出方向与天线所在平面平行，而不是像侧射天线那样与天线所在平面垂直，称为端射天线。我们早期有线电视还没有普及的时候采用的八木天线就是最早的端射天线。但这种天线在目前的技术水平上，增益和所能够达到的最大扫描角都还不能同侧射天线匹配，所以机头和机尾的探测距离仍然会近一些。至于共形阵，其方位探测不均匀主要是由于机头和机尾所能允许安装的天线尺寸要比在机身两侧小很多，以波音707“费尔康”为例，机头天线面积只有3平米多，只有侧面天线面积的1/6。当



▶E-737是美国研制的新型相控阵雷达预警机，其布置了顶帽天线，用于前后方位的探测



▼侧射与端射天线示意图

然，在天线面积较小的情况下，可以让雷达工作在较短的波长上来弥补，这样也能把增益提上去。所以，后来以色列又搞的“海雕”共形阵预警机在头尾部的雷达天线，其工作波长为10厘米，而机身两侧的雷达，工作波长为25厘米。但即使这样做，由于波长的倍数差异不能全部弥补天线面积上的倍数差异，所以，全方位探测还是不均衡的。

记：现在圆盘形预警机雷达仍然普遍应用，而且新生的圆盘形预警机都在往相控阵方向发展，那么，美俄采用机械扫描的圆盘形预警机有没有可能通过现代技术改造弥补一些劣势？

曹：首先说说美国。美国海军的圆盘形预警机从机械扫描的E-2C改进为E-2D了，这是有源相控阵结合机械扫描的新东西，影响很大，已经不能看作E-2C的升级，而是一个新的型号。美国空军的E-3预警机，其雷达还没有看到想改成有源相控阵的报道，但它也在做一些改进，例如提高发射功率、改进波形设计、采用新器件减少处理损耗等等措施，探测距离增加了80%以上。同时在系统方面也做了很多改进，包括采用新型宽带数据链、加强战场多源数据融合和态势形成软件改进等等，最新的升级型号为E-3G。俄罗斯的A-50预警机则要被A-100所替代，其载机将从伊尔-76改为伊尔-476，雷达将采用有源相控阵。

记：俄罗斯A-100将采用什么样的构型呢？

曹：目前还没有看到相关的更多报道。我个人觉得，采用圆盘构型的可能性要大一些。一方面，伊尔-476与伊尔-76在基本的气动布局上相似，上单翼飞机也不太可能采用共形阵。另一方面，基于伊尔-76的圆盘形构型非常成熟，以色列出口印度的伊尔-76“费尔康”以及俄罗斯自身的A-50，都是这种构型。至于是做成三面阵的还是做成单面阵的，要看威力要求是多大。如果要满足对小型战斗机400千米左右的发现距离要求，即使三面阵也应该足够，而这个距离相比A-50已是提高了不少。如果要提高对隐身飞机的发现能力，则用机相扫的可能性大。当然，如果威力要再提高，就应该采用别的构型了。

记：现在大家很关心航母舰载预警机。我国现有的固定翼飞机平台，基本没有适合滑跃起飞的，像运-12那样最大起飞重量5.3吨、最大商载1.7吨的飞机，有可能改成舰载预警机吗？运-7那种最大起飞重量21吨、载重4.7吨的飞机能作为携带弹射器的航母预警机吗？

曹：E-2最大起飞重量26吨，最早是搭载8万吨级的航母。我国现在的航母平台为6万吨级，但即使如此，运-12仍然显得太小。国产飞机中运-7的确比较接近E-2。但要注意到，运-7的最大起飞重量是21吨，比E-2的载机C-2A要轻不少，机长和翼展却要大不少。因此，运-7与母舰的适配性在实现起来要困难一些。而且C-2是专门为预警机上舰研制的，在与母舰的适配性上做了很多特殊的设计，例如机翼可折叠、雷达罩支腿高度可升降等等。如果运-7作为一种现成的飞机去改预警机，这些设计恐怕都得采用，再加上其它的改装措施，由此带来的设计改动工作量可能不亚于研制一型适配航母的新飞机，其基本参数也可能发生较大变化。虽然如此，在没有更好平台的条件下，我个人认为运-7可能还是重要的选择。



►印度的“费尔康”预警机，其圆盘雷达采用中国首创的三面阵形式，固定不转，载机为俄罗斯伊尔-76。伊尔-476运输机其实是伊尔-76的最新改进型，主要换装PS-90发动机和改进座舱



►意大利Mk112预警直升机。机腹圆盘雷达直径3米

记：在因为各种原因不能装备固定翼预警机的情况下，采用预警直升机在效能上会与固定翼预警机有多大区别？

曹：舰载预警直升机的升限相比固定翼预警机要低很多。如果固定翼预警机的升限在8 000米，对贴海面飞行的飞机，最大视线距离为370千米左右；而预警直升机升限在4 000米时，最大视线距离仅有250千米左右。并且由于它机体小，人员少，指挥控制能力也要弱很多。但是它的基本价值就在于还是能够克服地面或舰载雷达视线距离近、对低空飞行的目标探测距离只有三四十千米的缺陷，有效防范敌人的低空突袭，这对于舰队防空有重要意义。另外，它使用灵活，对母舰的空间要求比较低，造价也便宜，装备数量可以比固定翼预警机多很多。还有，从海面作战的多种战术需要考虑，预警直升机的雷达功能一般都比单纯的预警机雷达功能要多，包括对海面成像、信标、反潜和气象预警等。所以，预警直升机一方面可以与固定翼预警机配合，完成部分区域的雷达低空警戒和少量的指挥引导任务，另一方面又能执行除雷达警戒和指挥引导以外的其它海军所特有的作战任务。

记：预警直升机有三种雷达挂载方式，分别是英国“海王”的机身侧部收放筒，俄罗斯卡-31的腹部收放板，法国的“超美洲豹”后部收放筒。这三种布局各有什么特点？

曹：这三种布局总体上来说都是收放式的，因为如果采用固定式的天线结构，可能很难具备安装条件。例如，像固定翼预警机那样把天线固定在机身上部并且架高显然不行，因为有旋翼。在想法设法获得足够大天线面积的情况下，到底采用什么样的挂载方式，需要结合载机的各方面情况来定。从这三种飞机的布局来比较，卡-31的腹部收放板所获得的天线面积是最大的，达到了6米×1米。当然，天线能够做到多大，还与直升机本身的大小有关。

记：谢谢您接受我们的采访。

[文章编码0204]

叙利亚力量

策划:2+2工作室
撰文:杜文龙 熊 佳 西言早 萧 恩
编辑:严晓峰
美术:谢袆莎



一天,伊斯兰教创始人穆罕默德来到大马士革(叙利亚首都)郊外,从山上眺望全城,顿时被城市绚丽多彩的景色所感动,但观赏一会儿后没有进城,而是转身往回走。随从者惊讶不已,忙问其原由。穆罕默德解释道:"人生只能进天堂一次,大马士革是人间天堂,如果我现在进了这个天堂,以后怎能再进天上的天堂呢?"

叙利亚,一个历史与现实都非常美丽的中东国度,随着卡扎菲的消逝,成为替代利比亚的又一个热词。在西方的一片喊打声中,人们再一次将目光聚焦于叙利亚的武装力量上,只是围观者中还有多少穆罕默德的情怀?

叙利亚是也门模式?抑或成为利比亚的翻版?

相对于利比亚卡扎菲的无厘头,叙利亚则是处于阿拉伯世界"心脏地带"的"核心"国家之一。英国《每日电讯报》评价:利比亚的危机只不过是一个"客串的小节目",叙利亚才是中东冲突的核心。美国《华盛顿邮报》甚至直言不讳地说,叙利亚可能给中东带来"末日场景"。叙"牵一发而动中东全身"的特殊地位,既源于其险要的地理位置,更源于其独特的历史轨迹。

阿拉伯的叙利亚

叙利亚位于亚洲西部,地中海东岸。北与土耳其接壤,东同伊拉克交界,南与约旦毗连,西南与黎巴嫩和巴勒斯坦为邻,西与塞浦路斯隔地中海相望。领土大部分是西北向东南倾斜的高原,海岸线长183千米。它有4 000多年的历史,公元前3 000年就有城邦国家埃勃拉古国存在。二战后,法英军队撤出,叙利亚取得完全独立,建立了阿拉伯叙利亚共和国。1958年2月1日,叙利亚和埃及合并为阿拉伯联合共和国。1961年9月28日,叙利亚脱离阿联,重新建立阿拉伯叙利亚共和国。

如果从阿拉伯民族角度审视叙利亚,它就是阿拉伯民族主义跳动的心脏。1 200多年前大马士革作为整个阿拉伯帝国的第一个首都长达100多年,后让位巴格达。千百年来,阿拉伯伊斯兰文化已深深扎根于叙利亚社会土壤之中。叙利亚虽几经时代变迁、异族统治、外国占领,但其根深蒂固的"阿拉伯属性"及民众对阿拉伯民族的认同感却历久弥新,而且最终演变为阿拉伯民族主义,并自视为"阿拉伯民族主义跳动的心脏"。

叙利亚最早创建了以统一阿拉伯世界为使命的阿拉伯复兴社会党,并在这个国度把理想演变成国家行为。20世纪50年代中期,叙利亚先后与埃及和沙特阿拉伯签署了《共同防御条约》,形成开罗-大马士革-利雅得轴心。1958年,叙利亚甚至不惜放弃主权,与埃及共同组成"阿拉伯联合共和国"。1967年第三次阿以战争失利后,叙利亚逐渐开始把阿拉伯民族主义的内涵转变为收复领土的"现实主义"目标的手段。

杂志惠 www.zazhihui.cc

在现实国际社会中，叙利亚在中东虽然是个中等国家，但也是距离热点最近的国家。周边的伊拉克、约旦、以色列、黎巴嫩，以及北部的土耳其和隔着伊拉克的伊朗都是全球的关注点。中东地区的几个重大热点问题，如阿以和谈、伊拉克问题、反恐问题、库尔德民族问题、以伊朗核问题为中心的核不扩散问题等，也都与叙利亚息息相关。

特别是在阿以问题上，叙利亚是对抗以色列的“旗手”。1991年中东和谈重启中东和平进程，叙利亚始终强调收复1967年被以色列占领的戈兰高地是最高利益和首要任务，要求以色列撤回到1967年前的边界线，并坚持“先撤军，后安全”的原则，在领土问题上表现出高度的原则性和异乎寻常的耐心。叙利亚同以色列进行的和谈，成为全面实现中东和平的关键所在。没有叙利亚的配合，中东和平进程要取得全面突破无疑是天方夜谭。叙利亚是阿拉伯动荡多米诺骨牌中至关重要的一张。

美国眼中的叙利亚

1946年，叙利亚和美国建立外交关系，不过两国在交往中关系一直不稳定，充满着恩怨情仇。

从军事角度观察，叙利亚与美国的关系与三场战争有关。

一是中东战争。1967年，叙以展开的“六·五”战争，戈兰高地被以色列占领。开战第二天叙利亚就宣布同美断交，从此两国陷入僵持状态。战后，收回戈兰高地成为叙利亚多年的夙愿，认为只有在以色列主动退兵之后才能谈论两国的和平问题。叙利亚的高傲让美国大失所望，同时叙利亚在戈兰高地上的固执，也让美国无法放开心怀去接纳它的示好。

二是海湾战争。1990年伊拉克入侵科威特，当时美国国务卿贝克和总统布什先后与叙利亚总统阿萨德举行了会谈，在美国发动海湾战争时，叙利亚决定出兵，两国关系开始升温，也曾保持过伙伴关系。

三是伊拉克战争。“9·11”后，叙利亚也“光荣”地登上了美国的黑名单，并成为西方口中的“无赖”。美国要求叙利亚关闭哈马斯在大马士革的办事处，把叙利亚列入6个“支持恐怖活动国家”的名单。2003年伊拉克战争爆发，叙公开支持伊拉克，再次触怒美国，同时美指责叙利亚拥有化学武器。随后倔强的叙利亚再次回到了美国人的风口浪尖，国内的动乱正是美国干预的大好时机，美国期待着叙利亚成为下一个利比亚。

邻居眼中的叙利亚

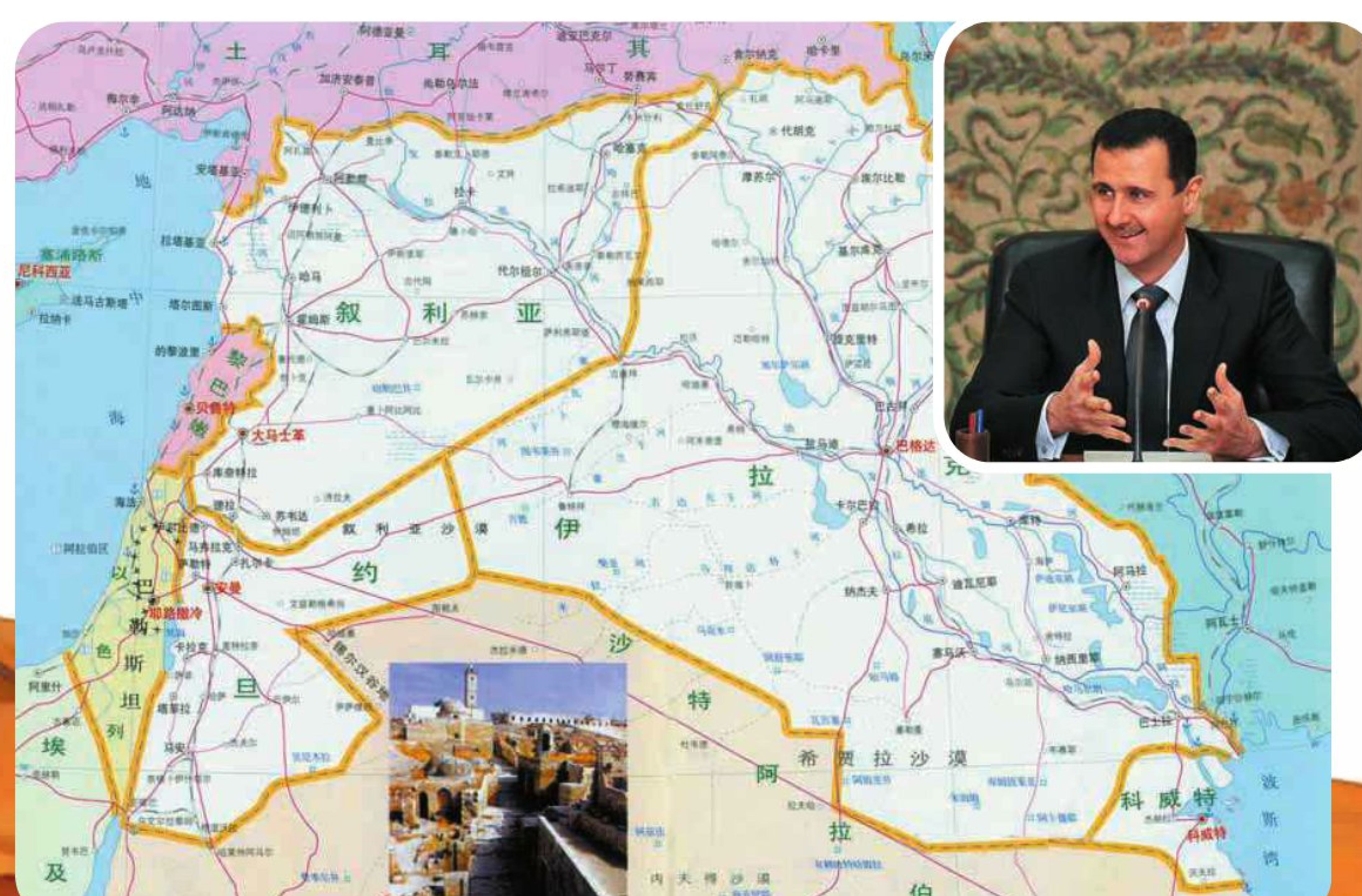
叙利亚作为“中东心脏”，与伊朗、俄罗斯关系紧密。

叙利亚一直是伊朗的坚定盟友，伊朗又是美国目前在中东的头号对手，若推翻叙利亚政权，伊朗必会唇亡齿寒，伊-叙轴心也是西方认为敢于作恶并叫板西方的重要资产。在战争的阴云之下，双方不约而同地把毁灭以色列当成战争初期的目标。在此次西方威胁加重时，伊朗学生适时砸烂英国大使馆，击落美国无人机，也是对西方视线的一种转移。两国都知道，如果凭借西方绝对军事优势各个击破，恐怕谁都不堪一击。

叙利亚在战略上对俄罗斯意义重大。俄罗斯总理普京称，“叙利亚离俄罗斯很近”。叙利亚是俄罗斯重要的军火买家，两国在战略、经济领域有着共同利益。为了鲜明地表示反对北约军事干预叙利亚局势，俄罗斯派出“库兹涅佐夫”号航母及其附属舰艇，与之前派出的3艘军舰会师，充当起了“保护者”的角色。除了派遣顾问帮助叙方部署S-300防空导弹系统、T-90坦克外，俄方还帮助叙利亚在一些重要的军事基地附近安装了雷达系统。这些雷达的作用范围覆盖了叙利亚边界地区，其中土耳其因吉尔利克的北约军事基地和以色列内盖夫的美国雷达系统都在其“视野”内。

对中国而言，叙利亚是友好国家。作为对主权国家的尊重，中国要求叙利亚问题在阿盟框架内解决，国内的矛盾凭借自身能力化解，因为国际化会使西方找到打击的借口。此外，中东地区一旦发生战争，战火就不会局限于叙利亚一处。随着伊朗的加入、以色列的卷入，周边驻有美国军队的目标遭到伊朗和叙利亚的军事打击，多国都会参与战争行动。强国参与的第六次中东战争会严重破坏中东秩序，中国高速发展的能源和贸易会受到严重影响，战火一起，必祸及我国。叙利亚离中国也不远！





▶叙利亚现任总统巴沙尔·阿萨德（右上）是上届总统阿萨德的次子，2000年7月10日继任总统。老阿萨德原为国防部长兼空军司令，1970年发动“纠正运动”，改组党和政府，并自任总理，1971年3月当选总统，任至2000年6月10日去世

[文章编码0205]

勉力支撑的陆军



文/杜文龙

叙利亚陆军是大马士革的弯刀，是叙利亚军队的重要标志，作为四次中东战争的参与者，一直保持着较高的训练水平和作战能力。虽然在与以色列的交手中负多胜少，但战争经验的积累在当今世界陆军中位居前列，在中东地区，还可以称得上是一支有训练有素、经验丰富的陆军。

作战能力还算及格

叙利亚陆军的战术水平在所有阿拉伯国家军队中位居前列，它的战斗能力来源于以下几个方面。

一是指挥官使用严格。阿萨德在指挥官的任用上十分讲究，所有重要位置的职务或战斗的指挥官都必须由忠于他的人担任。据统计，在叙利亚军队的将级军官中有88%是来自阿拉维派教徒，只有12%是来自叙利亚本地的穆斯林，绝大多数高级将领都是阿萨德所在部族的后裔。

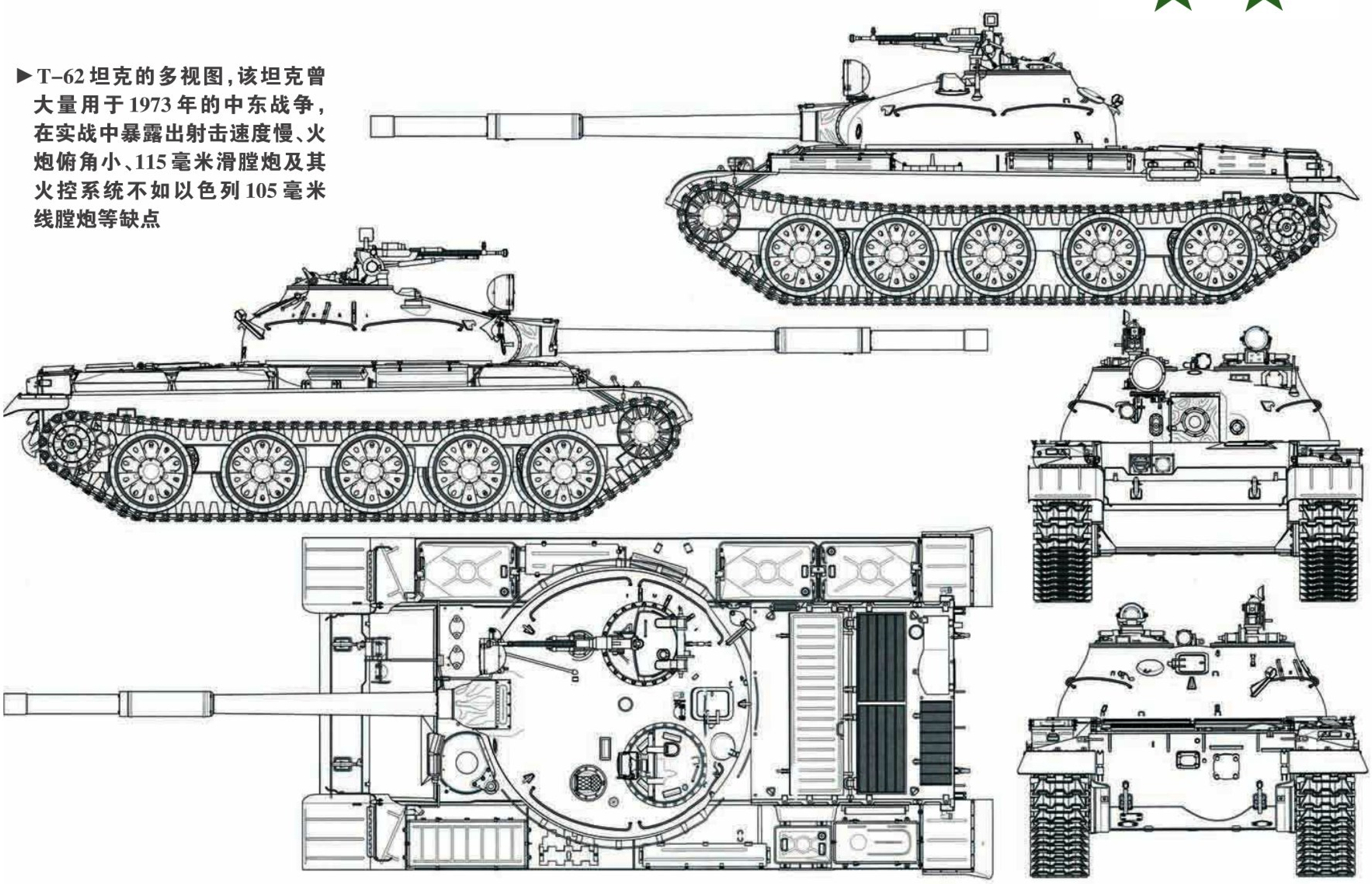
二是编制体制严格。体制，司陆军采用了严格而令部位精细的编制于大马士革，下辖3个陆军军、精锐的共和国卫队以及2个独立炮兵旅、2个独立反坦克旅和1个独立坦克团。3个军共计7个装甲师和3个机械化师，其中第1、2军作战能力强，第3军由于组建时间较晚，能力略逊。叙利亚还有约30万人的预备队，编成2个摩托化师、12个步兵旅和其它一些特种作战单位。一旦发生战争，通过强大的动员能力，叙利亚还能够动员170万受过训练的平民加入陆军服役。

三是注重特种部队建设。陆军特种部队司令部下辖的14特种师，由第1、2、3、4特种作战团组成。这些特种部队采





▶经过几次中东战争，叙利亚的坦克不少成为战利品在他国展出。左为被缴获的叙利亚T-54，右为T-62



▶T-62坦克的多视图，该坦克曾大量用于1973年的中东战争，在实战中暴露出射击速度慢、火炮俯角小、115毫米滑膛炮及其火控系统不如以色列105毫米线膛炮等缺点

取前沿部署方式，主要配置在黎巴嫩，执行监视戈兰高地任务。此外，特种部队指挥部下属的10个独立特战团，被用来守卫通向大马士革的主要通道。

四是作战部署南重北轻。陆军主要作战单位采用以南部为重点的分区防御方式部署。陆军第1军，司令部在大马士革，部署在叙利亚南部面对以色列的区域以及和约旦的交界处，下辖4个装甲师和1个机械化师。第1军也承担着防守面对戈兰高地的任务，与以色列的精锐部队在边界地区对峙。第2军的司令部在黎巴嫩边境的扎巴达尼，一部分部署在黎巴嫩境内，另一部分用于保护大马士革的近郊和胡姆斯北部区域，主要作战任务是捍卫首都的安全，同时监视首都附近的反叛分子武装。这个军下辖3个装甲师和2个机械化师。陆军第3军，用于防守叙利亚的北部地区，直接面对着土耳其、伊拉克的边境线，下辖第2预备役装甲师和其它一些独立装甲及步兵单位以及一个独立特种作战团。

装备齐全、技术落后

叙利亚陆军武器装备全部来源于苏联和现在的俄罗斯。由于长期没有新型武器装备引进，更新换代工作十分迟缓，除20世纪90年代末引进了1 000枚先进的AT-14“短号”反坦克导弹外，作战能力停滞不前。部队结构与体制僵化，装备老旧，战术呆板，受苏军影响较大。

叙利亚陆军装备有4 600辆主战坦克，其中俄制T-54/55型2 100辆、T-62M/K型是1 000辆、T-72/72M型是1 500辆。还装备有700辆BRDM-2型装甲侦察车。步兵战车2 310辆，主要是BMP-1型2 250辆，BMP-2型60辆。装甲输送车BTP-40/50/60/152型1 500辆。

从数量上看，叙利亚主战武器装备规模不小，但多为二代水平，与以色列的先进装甲兵器相比明显落后一代，在可能发生的对抗中，还会沿袭以前的败绩。



▶T-72坦克是叙利亚陆军的精锐。20世纪80年代，T-72还能称得上是较为先进的坦克。在1982年黎巴嫩战争期间，也取得了不错的战绩，摧毁了至少21辆M-60和M-48，也击毁了数辆“梅卡瓦”MK1。但到了海湾战争，大量T-72被击毁并引爆，已经难当大任

火炮也乏善可陈。配备1 630门牵引炮，主要是750门122毫米榴弹炮、800门130毫米加榴炮、70门152毫米加榴炮、10门180毫米榴弹炮。自行炮450门，主要是400门122毫米和50门152毫米榴弹炮。火箭炮480门，主要是200门107毫米轻便火箭炮、280门122毫米火箭炮。迫击炮658门，主要是200门82毫米、350门120毫米、100门160毫米、8门240毫米。地地导弹包括18部“蛙”7型、18部SS-21型、26部“飞毛腿”B/C型，以及SS-C-1B和SS-C-3型若干部。反坦克导弹主要有3 000具老式AT-3“耐火箱”、150具“塞子”、40具AT-5型、200具“米兰”，最新的就是1 000枚AT-14。

在以往中东的炮战中，虽然以军数量上明显处于劣势，但却占尽优势。以色列的基本经验是“射击-机动-再射击-再机动”，不会在一个阵地上等待对方的炮弹成群地砸落下来。而从前面的介绍可以看出，叙利亚的压制火器机动性明显不足。



►AT-4“短号”反坦克导弹是俄罗斯的第三代轻型反坦克导弹，部分出口叙利亚。它既可搭载在越野汽车、装甲车和坦克上使用，也可在地面上发射，不仅可以用来对付装有反应装甲的主战坦克，也可用来攻击各类野战工事

防空武器系统也较为落后，防御空域、打击目标明显不足。高炮共2 060门，包括1 050门23毫米、300门37毫米、685门57毫米、25门100毫米高炮。地空导弹配备了4 000部SA-7型、20部SA-9型和35部SA-13型。

从防空能力分析，叙利亚基本没有形成一个精确防空体系，对空打击效果较差的高炮占据比例过大，在具有铁血精神的以色列空军面前，基本没有发挥作用。实战中，最大的效果是干扰了以色列的攻击行动，获得的实际成效却十分有限。

戈兰高地之痛

1967年，以色列和叙利亚发生了戈兰高地之战。

战斗发起前，叙利亚在戈兰高地部署了3个步兵师，共6万人，1 300辆坦克，600门压制火炮，400门高炮和100个防空发射单元。叙利亚计划第一阶段消灭约旦河东岸戈兰高地守敌，第二阶段越过约旦河，向以色列纵深发动攻击。

1967年10月6日下午，叙利亚军队用600门火炮进行了55分钟的火力准备，随后3个步兵师同时发动攻击。攻击队形十分整齐，就像在大马士革广场进行阅兵训练，但很快就陷入以军的反坦克壕，数千米长整齐的队形随即发生混乱。以军的各种反坦克武器同时开火


►SA-13防空导弹是在SA-9的基础上改进的，从外形看很像SA-9，不过SA-9采用轮式底盘，而SA-13采用履带式。SA-13的导弹及其发射箱比SA-9长，发射架的底座增大了。SA-13导弹采用较大的固体火箭发动机和双波段红外导引头，扩大了作战空域，越野性能也有所提高，抗红外干扰能力也增强了。苏联是在20世纪80年代中期开始向叙利亚出口的




▶除“飞毛腿”导弹外，西方国家还惧怕的是叙利亚陆军配备的化学武器，图中的叙利亚士兵正在进行核生化条件下的演习

射击，叙利亚的坦克和装甲车辆损失惨重，士兵不得不拿着铁锹和推土机一起填平反坦克壕，保证后续的坦克和装甲车辆通过。而越过壕沟的叙利亚军队，遇到的却是以军低空飞行的战斗机。在南北长2千米，东西宽1.2千米，被称为泪谷的狭窄区域，到10月7日清晨，被以军摧毁的坦克和装甲车多达100辆。到下午3时，叙利亚已损失装甲车200辆。

就在两军苦战之中，以军的战斗机发动了密集的攻击。在叙利亚进攻的3个方向上，分别达到了120多架次的攻击，对叙利亚军队的后勤补给造成巨大威胁，弹药与油料供应明显不足。与此同时，以军快速投入后续坦克部队，从而基本获得作战主动权，至此以军由守势转为攻势。至10月16~19日行动结束时，叙利亚损失坦克1 150辆，亡3 500人，被俘350人，以军损失坦克250辆，亡772人，被俘65人。

戈兰高地之战，基本奠定了当前以叙对峙格局。叙利亚陆军被以色列击败，以叙之间的屏障被以色列掌握，一旦需要，以军坦克就可以居高临下地向大马士革发动攻击，叙利亚的胸膛被以色列抵到了刺刀尖上。

这一仗，叙利亚是在兵力火力数量优势的情况下被以军击败的，主要原因是战术呆板，对苏联的装甲战术不加改进地使用，在特殊而复杂的地形上一味采用平原战术，因此失败只是迟早问题。不过相对于更加教条的埃及军队，叙利亚陆军还算灵活。埃及军队在酷热的沙漠地区作战，坦克上居然还挂着在苏联寒区使用的笨重的除雪铲，甚至连坦克兵的鞋带都与苏联一模一样。呆板在灵活面前，哪有不败之理。

阴冷的杀招：化学武器

据说叙利亚陆军配备有化学武器。1973年10月，叙利亚曾从埃及获得了一些化学毒剂。20世纪70年代末，叙利亚获得了苏联提供的可装载在“飞毛腿”导弹上的VX毒剂弹头。1982年以色列入侵黎巴嫩，叙利亚溃不成军，随后叙利亚就对化学毒剂产生了更浓厚的兴趣。据称叙利亚在大马士革、胡姆斯和阿勒颇附近的萨夫拉村建立了3处研制和生产大规模杀伤性毒剂的试验中心，至今叙利亚军队存储了上百吨化学毒剂，种类分别有沙林、VX和芥子气。叙利亚从1985年开始为其“飞毛腿”B和“飞毛腿”C导弹制造大量固体沙林毒气弹头，陆军多种口径的身管火炮也配备了多种毒剂炮弹。美国认为叙利亚也在发展生物武器，而且已经生产了可散布波特淋菌的弹头。以色列的情报机构则指出，位于大马士革附近的一个研究中心正是研究和制造生物武器的场所，但还没有确切的情报证明叙利亚已经开始储备生物武器。这些武器，能够让叙利亚陆军成为巴沙尔手中的一张王牌。



▶遗留在戈兰高地的叙利亚防御工事



屡战屡败的空军

文/熊　佳

[文章编码0206]

国内的乱局加上国外的政治压力，还有力度越来越大的经济制裁，使巴沙尔·阿萨德掌控的叙利亚政权面临着“黑云压城城欲摧”的局面，而且遭受外部军事力量打击的可能性也越来越大。有鉴于现代战争首先是从争夺制空权开始，所以叙利亚空军的角色应该十分吃重。那么，叙利亚空军有能力应对可能的外部军事打击吗?

生而浴火

叙利亚空军成立于1948年初，没隔多久就赶上第一次中东战争。与对手以色列空军一样，当时的叙利亚空军手头有的也是一些七拼八凑的螺旋桨飞机，更惨的是没有真正的作战飞机，只是几架北美AT-6“哈佛”教练机和一些运输机。正因如此，叙利亚空军在第一次中东战争中的作用极其有限，有记载的作战就是给那几架非作战飞机装上机枪和小型炸弹去轰炸以色列地面部队和阵地。具体战果未见有报道，但损失2架“哈佛”却是有据可查的，据说其中1架是被以色列空军的“阿维亚”S-199战斗机(捷克斯洛伐克生产的“梅塞施米特”Bf-109战斗机)击落。叙利亚空军宣称在战争中曾击落1架以色列空军的“阿维亚”S-199，但以方未予承认。

第一次中东战争后，叙利亚空军的发展步伐开始加快，得到一些意大利制造的“菲亚特”G.59、“马基”C.205和英国“喷火”F.22战斗机。1952年9月，叙利亚空军得到第一批喷气式飞机——英国格洛斯特的“流星”F.8战斗机。

20世纪50年代中期，叙利亚与苏联的关系开始走近，空军装备开始转向从苏联采购。1955年，叙利亚空军订购的25架米格-15(包括几架米格-15UTI教练机)被装船运到埃及的亚历山大港，然后转至阿尔马扎的空军基地。在这里，叙利亚飞行员和地勤人员接受了苏联专家的培训，学会如何驾驶和维护这种喷气式战斗机。然而没等叙利亚人学成回国，1956年10月底到11月初爆发第二次中东战争，英法联军空袭阿尔马扎空军基地，将大部分停放在该基地的叙利亚空军米格-15摧毁在地面。但叙利亚空军在这次战争中也不是一无所获——1956年11月6日，也就是战争的最后一天，一架叙利亚空军的“流星”战斗机击落一架执行侦察任务的英国皇家空军第58中队的“堪培拉”PR.7侦察机，驾驶这架“流星”战斗机的就是后来的叙利亚总统哈菲兹·阿萨德。

1956年末，叙利亚空军从苏联订购60架米格-17。与此同时，叙利亚还派出不少飞行员分赴苏联和波兰学习驾驶



► 1956年叙利亚空军装备的“流星”战斗机，叙利亚上届总统就是驾驶这一型飞机打下了一架英国的“堪培拉”PR.7侦察机。叙利亚的国旗几经变迁，1932~1958年叙利亚共和国期间和1961~1963年叙利亚阿拉伯共和国期间，所用的国旗图样如左下图

技术。到1967年初，叙利亚空军已经拥有米格-15、米格-17、米格-21战斗机和其它飞机100多架。

再战黯然

1967年4月7日，戈兰高地的叙军向以色列定居点开火，双发由此爆发冲突，叙利亚的6架米格机被以色列空军战斗机击落。叙利亚马上向埃及呼吁参战，埃及旋即动员大量军队，开进西奈半岛的埃以边界地区。5月22日，埃及总统纳赛尔宣布封锁蒂朗海峡。5月30日，约旦和埃及签署五年共同防御条约，这使得埃约联军有机会在半小时内将以色列一分为二。眼见阿拉伯人即将对自己开战，以色列决定先下手为强，在1967年6月5日上午孤注一掷投入几乎所有战机发动两轮空袭，将埃及空军消灭在机场上。下午，以空军如法炮制，又将叙利亚和约旦空军大部消灭在机场上。如此在开战的第一天，以军就奠定了胜利的基础。而对于叙利亚空军来说，没有升空即被摧毁三分之二的飞机，这无疑是其成立以来最大的耻辱。好在叙利亚空军并没有从精神上被击垮，第三次中东战争结束后立即便投入重建。

抱着雪耻的心态，叙利亚空军从苏联采购大量米格-21、苏-7等战斗机以及米-8等直升机。至第四次中东战争爆发前，叙利亚空军的固定翼飞机和直升机总数达到近400架，其中固定翼飞机327架。当第四次中东战争爆发时，叙利亚空军首先向以色列发起攻击，随后防空部队伴随地面装甲部队扑向戈兰高地。开战后4小时，叙军1个伞兵旅还搭乘空军直升机实施机降作战，攻占赫尔蒙山西南端标高2 220米的以军阵地。

不过，当以色列空军发起反击后，叙空军空战技能不高的弱点便显露无疑，在空战中被击落70架，其中米格-21战斗机26架，而以军几无损失。唯一给叙利亚空军在空战中挣回点面子的是6名助战的巴基斯坦飞行员中的一员——塞塔尔·阿尔维中尉，驾驶一架叙利亚空军的米格-21击落一架以色列空军的“幻影”Ⅲ战斗机（此战之后，塞塔尔·阿尔维便留在叙利亚，传授叙利亚飞行员空战技巧，直到1976年才回国）。

与空军损失大、战果小的作战相比，叙利亚的防空部队（叙三军之外的独立兵种）却在这次战争中大显身手，共击落以空军F-4战斗机和A-4攻击机30余架。

第四次中东战争期间，叙空军还得到苏制米格-23战斗机，可还没等熟悉，战争就已经结束，所以没有派上用场。

这次战争后，防空部队的地位大幅提高，不仅人数超过空军，采购的地空导弹系统和高炮数量也非常巨大。叙利亚空军虽然继续引进苏制战斗机，包括米格-21、米格-23、米格-25、苏-17/22等，但叙空军已坚定了要用“以地制空”战术来对抗以色列空军的想法。

贝卡谷地惊魂

1982年6月6日，也就是黎巴嫩战争爆发后第三天，叙利亚空军的2架米



米格-23是苏联第一种重型战斗机，其外形脱离了米格战斗机机头进气的传统样式，改为两侧进气，得以在机头装大直径天线的火控雷达，实现了超视距攻击



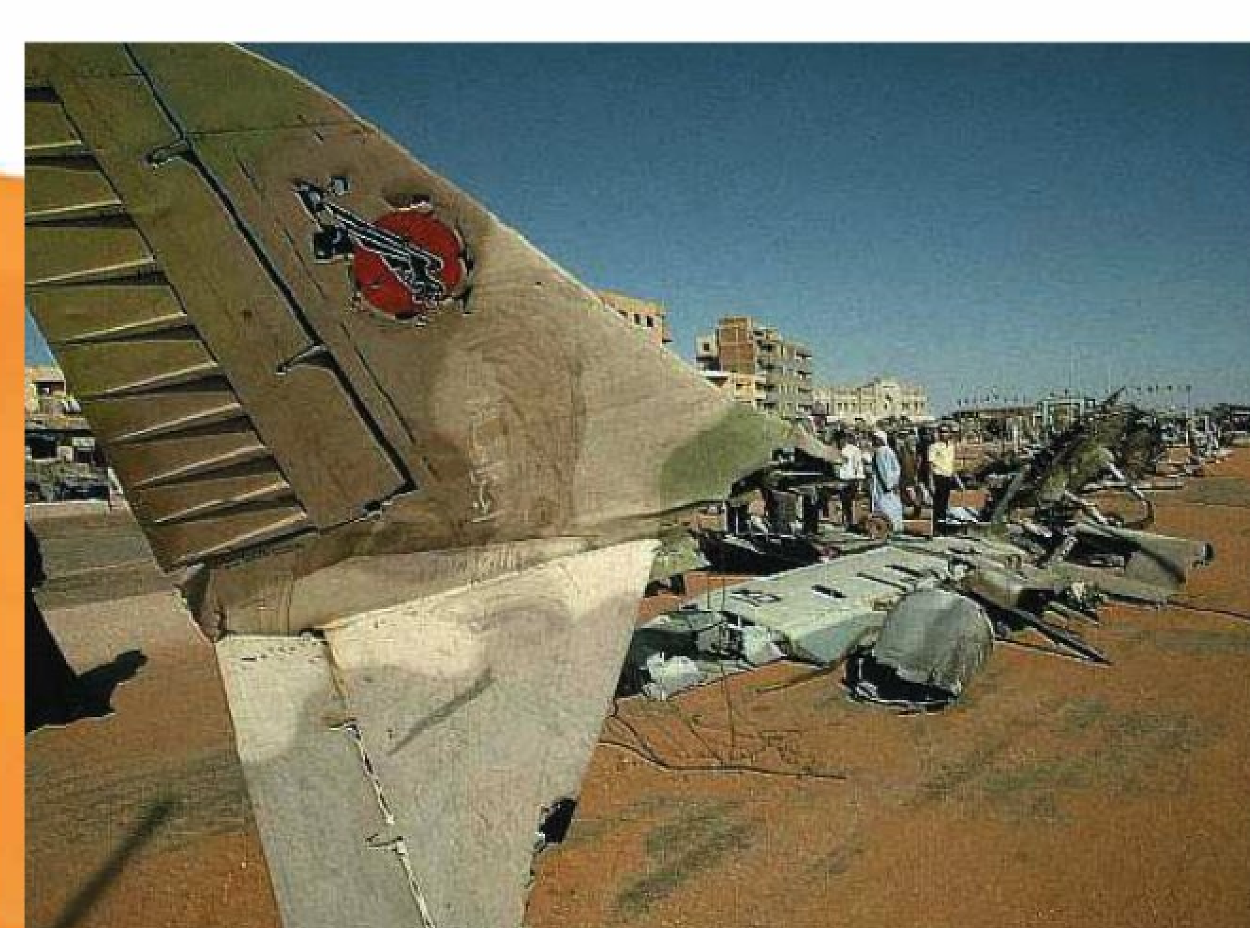
叙利亚进口的米格-23MF是米格-23M的出口型号，采用老式电子设备与低级发动机，并且取消了发射R-60导弹的能力



乘员：1人　长度：16.70米
翼展：13.97米（展开）　高度：4.82米
翼面积：37.35平方米（展开），34.16平方米（收折）
空重：9 595千克　载重：15 700千克
最大起飞重量：18 030千克

叙利亚装备的苏制米格-23MF战斗机





▶（左）这是叙利亚空军成立之初为数不多的几架AT-6“哈弗”教练机之一。这是一种单发双座初级教练机，最大速度140千米/小时，装配机枪二挺，并可挂载100磅炸弹二颗
（右）1973年被叙军击落的以军A-4攻击机残骸



▶米格-21是苏联于50年代初期研制的一种轻型超音速战机，单座单发，1958年开始装备部队，自60年代起出口。主要武器是1门23毫米双管机炮，备弹200发，有4个外部挂架，可携带红外制导或雷达制导的近距空空导弹或对空、对地火箭和炸弹

格-23MF起飞拦截一架以色列空军BQM-34无人驾驶侦察机，将其击落。次日，3架叙利亚米格-23MF战斗机由地面引导去拦截4架以军F-16战斗机，长机莫扎上尉在25千米的距离上发现对手，在9千米的距离上锁定敌机并发射一枚R-23R中距空空导弹，直接命中，开创了米格-23MF击落敌机先例，而且还是以军最先进的F-16，这对于此前一直被以色列空军压着打的叙利亚空军来说自然是扬眉吐气的事情。

经过三天的前哨战之后，双方空军的决战到来了。6月9日下午14点左右，以色列空军对贝卡谷地的叙利亚地空导弹阵地和雷达设施发起大规模突击。以色列空军通过一套精巧的“组合拳”——无人机诱导叙军雷达开机，“侦察兵”和“猛犬”无人侦察机将截获的信息回传，“狼”式地地反辐射导弹，26架F-4E战斗机发射的“百舌鸟”、“标准”反辐射导弹和“小牛”空地导弹进行反辐射攻击，短短几分钟内就摧毁叙利亚防空部队的19部雷达。这对叙利亚空军来说是一个灾难性的打击，因为被摧毁的这些雷达同时也负责为叙利亚战斗机提供必需的地面导航和指挥控制，现在叙利亚空军的“眼睛”全瞎了。

15时44分，以色列空军92架战机（包括执行突击任务的A-4、F-4E、“幼狮”和执行护航任务的F-15、F-16）进入贝卡谷地，计划摧毁叙利亚防空部队部署在这里的全部苏制地空导弹阵地。叙利亚下令空军50多架米格-23和米格-21前往拦截，二战之后规模最大的一场空战开始。

由于贝卡谷地的地空导弹雷达被摧毁殆尽，叙利亚空军不得不使用设在本土上的远程雷达为战斗机提供地面导航和指挥控制，但是这些雷达与叙军战斗机之间的通信很快就被以军改装的波音707电子战机干扰阻断。而在以色列空军方面，却有2架E-2C“鹰眼”预警机为他们的战斗机提供指挥和导航。作战信息上的优势、战斗机本身性能上的优势，使得这场空战完全倒向以军一方。

6月10日，以军空袭机群在E-2C的引导下再度突击贝卡谷地，将叙防空部队连夜运入的7个地空导弹连摧毁。6月11日，以军空袭机群第三次突击贝卡谷地，主要是攻击叙陆军装甲部队。

在1982年6月的战争中，叙空军共损失72架战斗机和直升机，其中空战损失60架。以军方则宣称其空军在空战中共击落85架叙利亚战斗机和直升机，己方无一损失。以军方的这个说法一度为外界深信不疑，但随着越来越多的资料披露，以军的“85∶0”更像是一种宣传，因为身处战地的英国BBC记者就记录到，他们亲眼目睹在6月9~11日的空战中，至少有4架以军战斗机被击落。

贝卡谷地战役的惨败暴露出叙利亚空军体系不全、拘泥于既有经验、对敌手研究不够等诸多缺点，但是叙利亚空军也不是全无建树。尽管只击落数架以色列战斗机，也足以说明叙利亚空军飞行员的技能比前几次中东战争有很大进步，不是完全任人宰割的鱼脯。另外，叙利亚空军苏-22战斗机、“小羚羊”和米-24武装直升机在对以军一支装甲纵队的攻击作战中也捞回点面子，摧毁数十辆以军“马加齐”5型坦克，阻止以军向恩·泽哈尔塔的突进。遗憾的是，叙利亚高层并未将其空军所表现出来的一些亮点视为希望的火种，他们所能承受的心理临界点被惨败的事实击穿了，叙利亚空军也因此彻底失去振兴的可能。

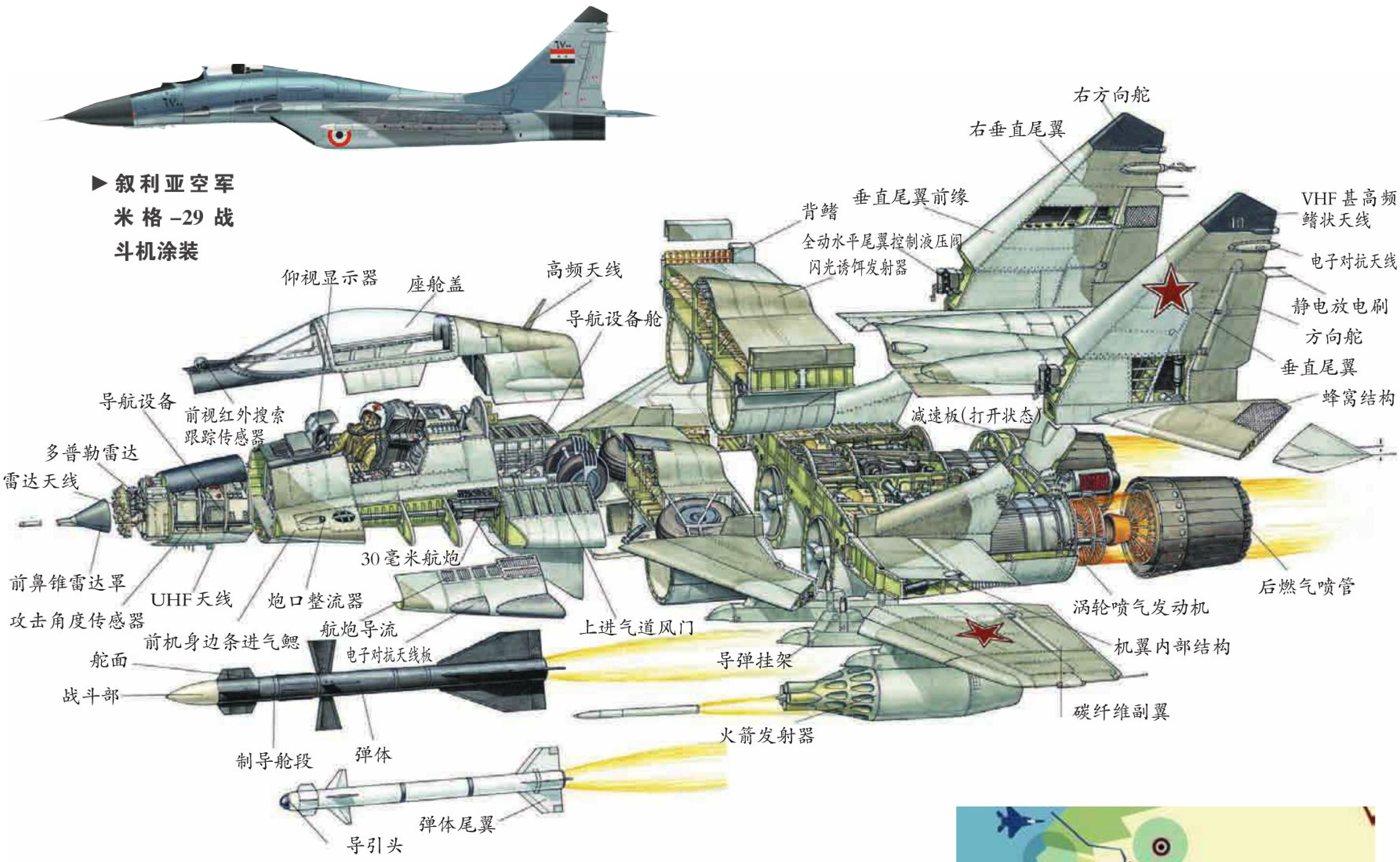
难当大任

从贝卡谷地战役到现在，叙利亚空军虽然在规模上增加了，如人数从原来的3万多增加到4万（另有预备役2万），飞机和直升机总数从500多架增加到700多架，但如果横向比较的话，就可发现叙利亚空军的实力不仅没有进步，反而在不断倒退。

从“硬件”方面看，叙利亚空军虽然在贝卡谷地战役后补充米格-23、米格-21等战斗机的损失，并从80年代后期至今相继引进20架苏-24MK（装备第819中队）、40架米格-29A（装备第699中队，有消息说已升级到SMT的标准）、12架苏-27SK（装备第826中队）和8架米格-31E（传言未经证实），但主力作战



▶叙利亚空军伊尔-76T运输机，翼展50.45米，机长49.59米，高14.76米，最大时速850千米/小时，巡航高度9~12千米，实用升限15.5千米，航程5 000千米。最大起飞重量170吨，载运量40吨



▶叙利亚空军米格-29战斗机涂装

机型仍是老旧的米格-23、米格-21和苏-22，总数达300架左右。而且叙空军的战斗机至今没有配备主动雷达制导的中距空空导弹，最好的不过是俄制R-27系列半主动雷达制导空空导弹。在对地攻击武器方面，叙空军仍以普通航弹、火箭为主，精确制导空地武器数量极少。至于原先存在的缺乏预警机、先进侦察机、电子战机等保障机型的弱点则依然如故，没有任何改观。

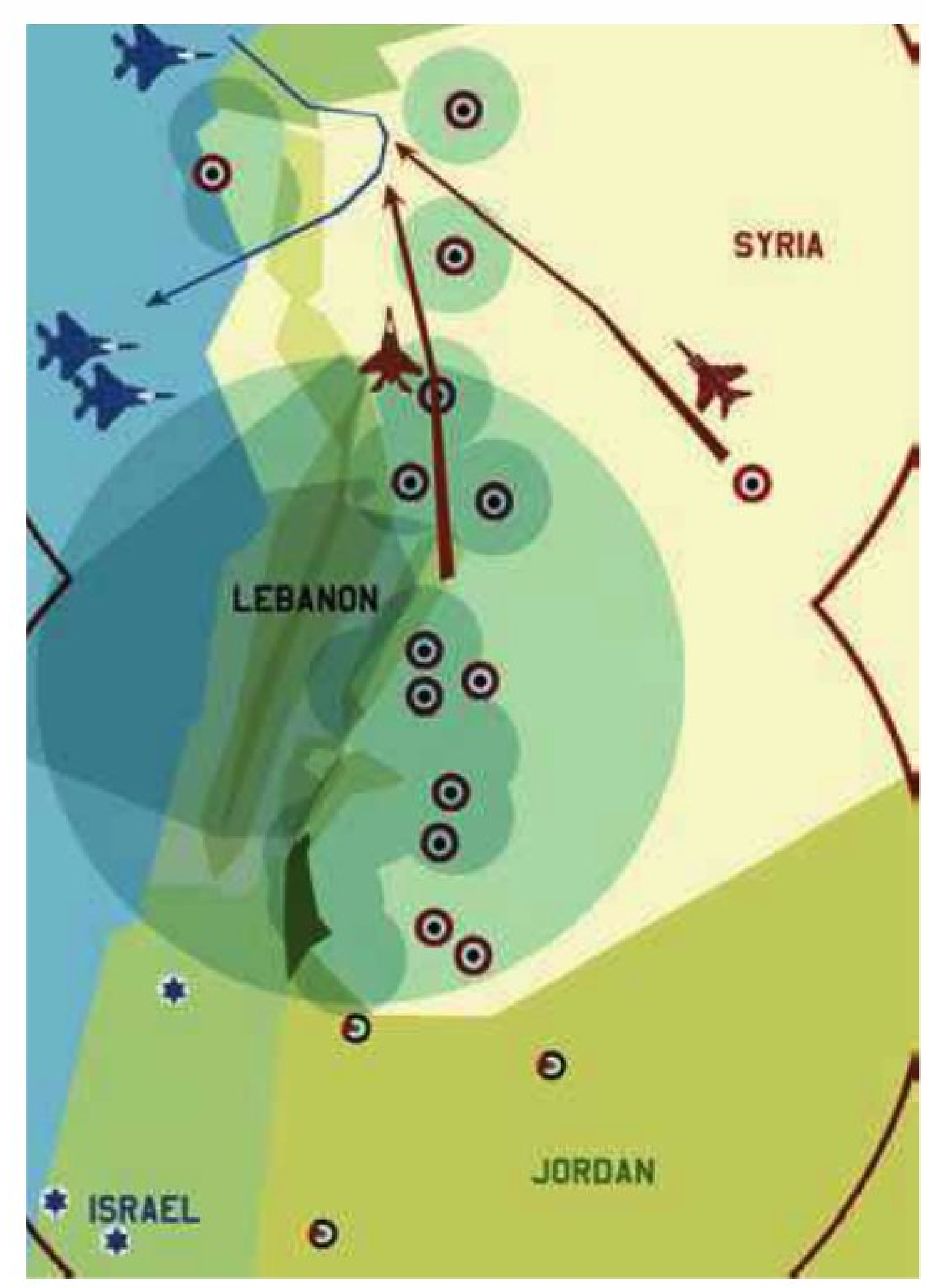
反观以色列空军，在这30年里却有了脱胎换骨的变化。其拥有的396架作战飞机不仅在数量上与叙利亚空军相当，质量上也明显胜出，全部是第三代战斗机F-15和F-16（其中F-15A/B/C/D/I各型共87架、F-16A/B/C/D/I各型共309架），像F-4E、A-4、“幼狮”等全部退役（大部转为储备）。而且以军F-15和F-16的机载空空、空地武器也实现精确化、远程化。与此同时，以色列空军还拥有预警机（用自研的G550替换原来的E-2C）、空中加油机、电子战机、侦察机、火力控制飞机、无人机等保障飞机上百架，而且能得到天基系统的支援。

以色列空军在装备上的优势已经与叙利亚空军存在天壤之别，而空中力量远强于以色列空军的北约空海军航空兵对于叙利亚空军所具有的优势有多大就可想而知了。不说美国空军，仅美国海军一艘“尼米兹”级核动力航母上的F/A-18E/F的数量就和整个叙利亚空军的三代机基本相当，而其航电系统和机载武器的先进性、支援保障体系的完善性则甩出叙利亚空军几条街。

不仅如此，叙利亚空军装备完全依靠俄罗斯提供，自身没有任何航空工业能力。苏联解体后，俄罗斯不再像苏联在冷战时期那样慷慨援助，导致叙利亚战机一直被缺乏零备件的问题所困扰，维护保养较差，所以在战时真正能够使用的作战飞机可能会大大少于编制表上的数量。

在“软件”方面，叙空军在人员训练以及指挥体制方面未有什么变化，甚至还有所降低。因为随着埃及空军在80年代之后倒向美式体制以及苏联解体，叙利亚空军接连失去两大强援，仅凭自身单薄的经济实力难以支撑空军人员的日常高强度训练，而要改变指挥体制就更是缺乏动力和能力。

从前面介绍的几场中东战争的空军作战情况就可以看出，即使在战机性能差距不是特别大，甚至是基本相当的情况下，由于人员素质和作战指挥体系的



▶2001年7月中旬，叙利亚空军2架米格-29和2架米格-25因拦截2架以色列侦察机而差点与以空军12架左右在海岸附近接应侦察机的F-15战斗机发生空中对峙

差距，叙利亚空军与以色列空军之间的空战损失比也是异常惊人的。而在今天人员素质始终没有多大提高、作战指挥体系依然陈旧呆板、装备技术性能又与以色列和北约越拉越大的情况下，叙利亚空军要想抵抗外来军事干预几无可能，其结果不会比1991年时的伊拉克空军、1999年时的南联盟空军和2011年的利比亚空军好多少。



▶苏制“黄蜂”级导弹艇是目前叙利亚海军的主战装备之一，它不仅航速高，而且配备有4枚SS-N-2C“冥河”反舰导弹，因此具有了不可小觑的杀伤能力

美国“布什”号航母开赴地中海，而俄罗斯的“库兹涅佐夫”号也即将停靠塔尔图斯，在美俄都说不是为了叙利亚的时候，面对欧盟和以色列强大的海上力量，阿萨德总统拿什么来与他们叫板，阻止其侵入叙利亚领海，突破其海上封锁？

[文章编码0207]

阿拉伯世界的“海上刺猬”

文/西言早

叙利亚位于地中海的东海岸，几乎与土耳其、黎巴嫩和以色列平分地中海东海岸线。

1946年，叙利亚利用法国海军遗留下的几艘小艇组建了海军，1950年又从法国采购了几艘舰艇，由叙利亚陆军派员赴法国海军学院培训后编入海军服役，成为叙利亚首批海军骨干。

1958年2月，叙利亚与埃及合并成立阿拉伯联合共和国，转而开始采购苏联装备。1961年9月，脱离阿联后独立发展海军。

通过数次中东战争的洗礼和发展，叙利亚海军已成为地中海东部战斗力较强的海上力量。在今年的叙利亚持续骚乱中，叙利亚海军战舰还参加了在拉塔基亚的行动。

现状：大国小海军

叙利亚在地中海东海岸算是大国，国土面积约18.5万平方千米，比以色列大10倍以上。它的海军是典型的轻型舰队，装备各型中小型舰艇61艘，其作战能力远不如北方的土耳其（*海军力量居全球第8位，总兵力51 000人，若按舰艇总排水量258 948吨算，居欧洲第3位，现装备各型舰船192艘，飞机75架*）。

南边的以色列海军拥有各型舰船85艘，含3艘“萨尔”5型轻型护卫舰、8艘“萨尔”4.5型导弹艇，现役9 000人，后备役10 000人。叙利亚不仅装备不及以色列，甚至总兵力还不到以色列的一半，是典型的大国小海军。

叙利亚海军是叙利亚武装部队最小军种，现役4 000人，后备役2 500人。由于规模较小，叙利亚海军不是直属于武装部队总司令部，而划归叙利亚陆军拉塔基亚地区司令部建制，是罕见的隶属于陆军的军种，编制体制比较特殊，司令部设在大马士革。其主要海军基地包括拉塔基亚、巴尼亚斯（*米纳特·贝达*）和塔尔图斯。

拉塔基亚、巴尼亚斯和塔尔图斯分别是北部、中部和南部沿海的海防重镇，三大基地相互支援，且互为犄角。尤其是南部沿海的塔尔图斯，还是俄罗斯海军位于地中海的前沿基地，战时还可得到俄海军的战略支援。

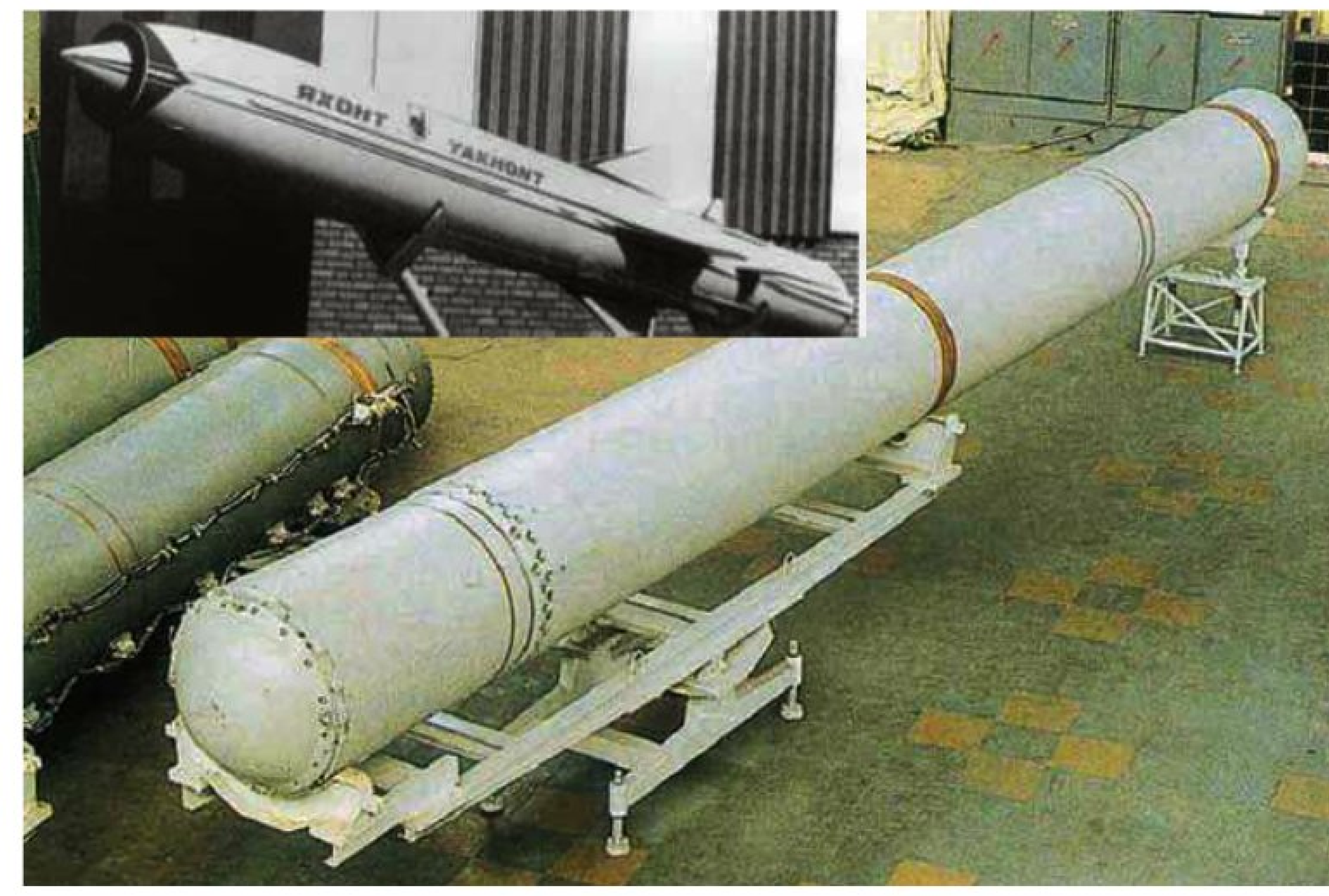
叙利亚海军具备较为完整的兵种，下设水面舰艇部队、潜艇部队、海军陆战队、海军航空兵部队和岸防导弹部队。其中，现役各型舰艇61艘（*含潜艇*），包



▶苏联研制的SS-N-2C型“冥河”反舰导弹是一种近程亚音速飞航式舰对舰导弹，主要装备小型导弹快艇。在1967年第三次中东战争中，埃及在塞得港附近发射两枚“冥河”击沉了以色列商船一艘；在西奈半岛附近用四枚“冥河”击沉了以色列“艾拉特”号驱逐舰。在1971年印巴战争中，印度发射了13枚“冥河”导弹，其中12枚命中。但由于该导弹导引头捕捉小艇能力弱、抗干扰能力差等原因，在1973年第四次中东战争中，埃及和叙利亚共发射了50枚“冥河”导弹，没有一枚击中以色列的导弹快艇。



▶叙利亚海军“黄蜂”级导弹艇，满载排水量245吨，艇长38.6米，宽7.6米，吃水2.7米，航速37节，续航力500海里/35节



▶号称可击沉任何以色列舰船的“宝石”超音速反舰巡航导弹。该导弹主要用于攻击敌方水面战舰，主要特点是在各个空中飞行阶段都拥有超音速速度，海基、空基和陆基载体通用，具备超视距攻击和“发射后不管”的能力，另外还使用了隐身技术，具有较高的隐蔽性

括2艘“别佳”级护卫舰，4艘轻型护卫舰，2艘俄制R级潜艇（已丧失作战能力），22艘导弹艇（含10艘“黄蜂”级导弹艇），8艘炮艇，3艘“北方”级登陆艇，1艘鱼雷回收舰，2艘猎潜艇，5艘猎雷艇，8艘巡逻艇和4艘辅助舰船。

海军陆战队兵力1 500人。海军航空兵下辖第618海战中队，装备11架米-14PL型直升机和2架卡-28型反潜直升机。

与新加坡海军一样，叙利亚海军也奉行“刺猬”战略，岸防导弹部队是其“刺猬”战略核心力量。叙利亚海军岸防导弹部队总部在拉塔基亚，下辖3个海岸防卫旅，分别驻拉塔基亚、巴尼亚斯和塔尔图斯，各装备4部SS-C-1B“萼片”岸舰导弹（射程达300千米）发射装置、6部SS-C-3“冥河”岸舰导弹发射装置和6部“宝石”P-800型反舰巡航导弹发射装置，具体导弹枚数不详。

俄制战舰：水面战的主力

叙利亚是俄罗斯传统盟友，也是俄制武器的忠实用户，更是俄罗斯突破北约封锁的前沿阵地。

叙俄有着长达53年的军事合作关系，相互视为全天候战略伙伴。叙利亚海军现装备2艘苏/俄制“别佳”级护卫舰和10艘“黄蜂”级导弹艇，构筑其水面舰艇的主力，还计划从俄罗斯采购最新型的20380型“守护”级轻型隐身护卫舰。

“别佳”级护卫舰是叙海军水面主力战舰，具有较强的反潜能力。但该级舰毕竟是20世纪60年代的产品，对抗欧盟海军先进的212/214型潜艇和新型“机敏”级核潜艇还是有相当难度的。

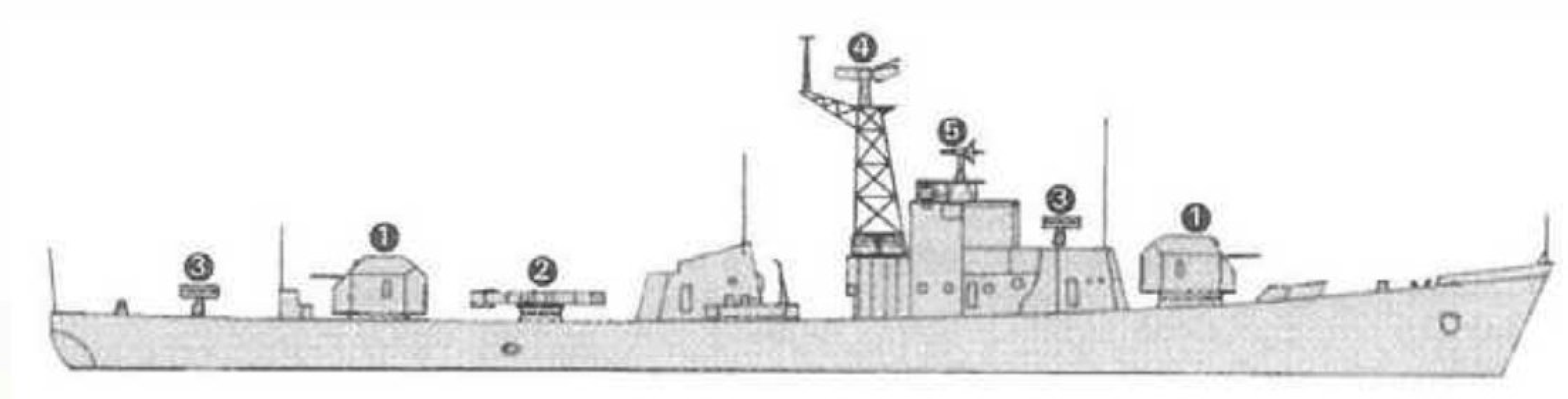
“黄蜂”级导弹艇标准排水量172吨，满载排水量245吨，艇员编制26/28人，装备4枚SS-N-2C型反舰导弹，主要担任沿海打击任务。

若叙利亚与欧盟、以色列爆发战争，欧盟、以色列很可能为了隐蔽作战的需

▶叙利亚海军“别佳”级护卫舰

长81.8米，宽9.2米，吃水2.9米，航速30节，航程450海里/30节，最大航程4 870海里/10节，标准排水量950吨，满载排水量1 180吨，舰员编制90人，装备2台燃气涡轮发动机，1台柴油发动机。

①2座双管76毫米口径主舰炮
②1具3联装533毫米口径反潜鱼雷发射管
③4具RBU2500型反潜火箭发射器
④1部“细网”对海对空搜索雷达
⑤1部“鹰鸣”火控雷达







►SS-C-3“冥河”岸舰导弹，由“冥河”反舰导弹发展而来。岸舰导弹实际上与反舰导弹差不多，主要区别是发射装置不同。由于在陆地、海岸和要塞地区发射，所以其发射装置多采用车载机动式，由发射指挥、射前检查、电源和发射架等组成一个发射系统，一般以营为作战单位



►塔尔图斯海军基地卫星照片。塔尔图斯港，是俄海军在苏联地区以外唯一的军事基地，为在地中海执行任务的军舰提供维修和加油服务

要，先派出潜艇对叙利亚周边海域实施抵近侦察，选择最佳位置对叙利亚重要的军事设施如指挥所、雷达站、导弹发射阵地等实施打击。此时，叙利亚海军担任反潜任务的“别佳”级护卫舰会利用“大力士”型声呐对敌潜艇实施搜索，锁定潜艇后使用反潜火箭或反潜鱼雷对其实施打击，扫除水下威胁，确保海上交通线和领海安全，最终保障关键军事设施的安全。

如果欧盟、以色列舰船强行闯入领海，负责近海防御的“黄蜂”级导弹艇利用SS-N-2C型反舰导弹对其实施毁灭性打击。若有直升机入侵领空，可利用SA-N-5型防空导弹对其实施打击。

但由于欧盟、以色列海军舰艇相当先进，其对抗反舰、反潜和防空能力的措施也相当优良，均为20世纪60年代产品的“别佳”级和“黄蜂”级很可能经不起欧盟、以色列海军舰艇的干扰、反制就丧失了作战能力。

岸舰导弹：欧盟、以色列海军的心病和恶梦

由于叙利亚海军水面舰艇无法与以色列和欧盟海军舰船抗衡，因此岸防导弹部队成为叙利亚海军建设的重点，是叙利亚海军“刺猬”战略的核心力量，为整个海军舰队提供强大的火力支援。

为了保持对外军售巨额利润、抢占叙利亚海军军火市场和谋求叙利亚海军基地，2010年9月15日俄政府批准向叙利亚海军出售“宝石”P-800型反舰巡航导弹，9月23日，叙利亚接收首批“宝石”P-800型。该交易遭到了以色列的强烈反对，也因此成为俄以无人机交易最大障碍，以色列提出将禁止俄售叙利亚先进反舰导弹作为以售俄先进无人机的先决条件。

该型导弹1983年开始研制，2001年装备，北约编号SS-N-26，长8.9米，直径0.7米，弹重3 000千克，战斗部重200千克，射程120~300千米，采用涡喷发动机，主被动雷达寻的导引头，具有超音速巡航、掠海飞行能力，主要负责保护叙利亚塔尔图斯海军基地。

此外，值得一提的是久经沙场的SS-C-3“冥河”岸舰导弹。由于该型导弹在古巴导弹危机、中东战争、印巴战争、两伊战争和海湾战争中战绩不凡，具有较强的实战经验，也是欧盟、以色列海军颇为担心的一种装备。

若欧盟、以色列海军对叙利亚发动突然袭击，可能对其威胁最大的就是



►苏联研制的SS-C-1B型“弯片” 岸舰导弹是二战后在重点防御海上入侵战略的原则下发展的远程反舰导弹，该导弹用贮运发射箱发射，导弹发射后，其初始阶段的飞行由岸基雷达指令制导，然后由飞机进行中继修正制导，飞行速度1.3马赫，未采用掠海飞行弹道

SS-C-3和“宝石”P-800。因此叙利亚岸防导弹发射基地也是欧盟及以色列海军重点打击对象，更是叙利亚海军重点保护的对象。

塔尔图斯：俄叙合作的基石

随着近年来经济复苏，叙利亚已跻身全球第66大经济体，叙利亚海军开始加快现代化建设。借助俄叙两国传统的良好军事合作关系，叙利亚开始向俄罗斯采购先进武器装备，提升海军作战能力。俄罗斯为了突破美对俄导弹防御系统和北约包围圈，谋求地中海的永久军事存在，也愿意向叙利亚出售先进武器，派出俄海军训练叙利亚海军，以换取在叙利亚塔尔图斯海军基地驻军。该海军基地是1971年由苏联海军所建。

两国很快达成协议，2008年初叙利亚以免除9亿美元的对俄债务为条件允许俄海军停靠塔尔图斯，利用港口设施补给和维修。随着2008年南奥塞梯战争和美国在波兰部署导弹防御系统，俄罗斯与西方关系恶化，叙利亚倍感灾难即将降临，很快同意俄海军扩建该海军基地和疏通航道，并派出核动力舰艇常驻该港，使叙俄关系进一步加强。欧盟或北约不能不考虑俄罗斯的军事存在。

俄海军重返地中海，强化地中海军事存在，将来可能以塔尔图斯为基地组建俄海军地中海舰队，将大大加强了俄叙军事同盟关系，突破北约的地缘封锁。叙利亚海军将从中受益，并将在俄海军的帮助下不断发展壮大并走向远洋。塔尔图斯成为了叙俄两国军事合作的基石。

若欧盟或北约对叙动武干预叙利亚内政，叙利亚海军将会予以坚决地回击，还可能得到俄罗斯武器或人员支援。目前俄罗斯已有三艘军舰停靠于此，“库兹涅佐夫”号航母也将来此训练。若欧盟或北约对叙动武时误炸俄海军塔尔图斯海军基地设施或舰船，可能导致俄罗斯海军对叙支援，使叙利亚的“刺猬”战略如虎添翼，甚至可能将俄罗斯海军卷入战争，变数因此大大增加。



叙利亚弹道导弹

文/萧　恩

[文章编码0208]

以色列开国总理本·古里安曾说过：“无埃不战，无叙不和。”即没有埃及的参与，其它阿拉伯国家不可能与以色列作战，而没有叙利亚的参与，其它阿拉伯国家也不可能与以色列实现和平。为确保对“阿拉伯心脏”的控制，两代阿萨德总统为叙利亚营造出令人生畏的弹道导弹武库，这也成为叙利亚应对这次危机的杀手锏。

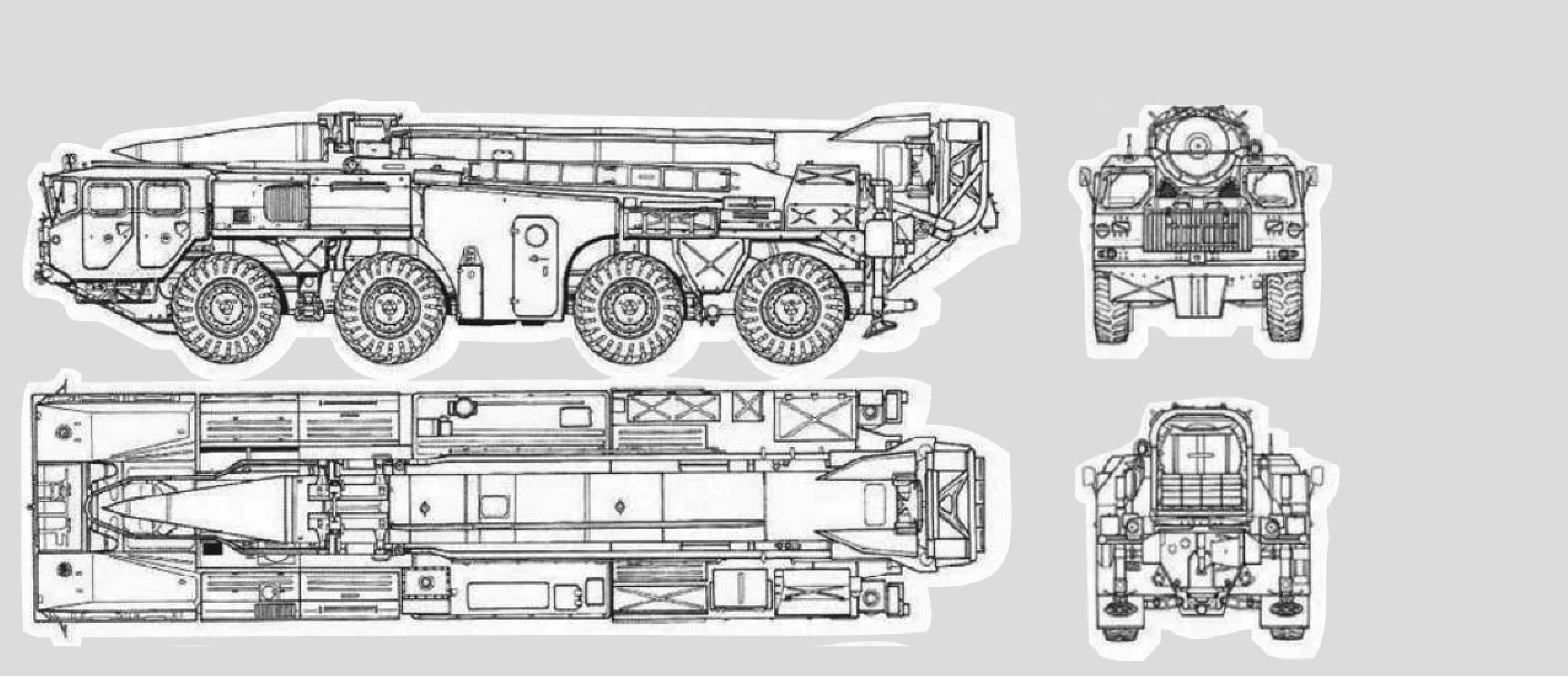
据美国“全球安全”网站提供的数据，经过长时间积累，叙利亚军队已拥有大约250枚“飞毛腿”B(多系朝鲜翻版)、280枚“飞毛腿”C、10枚“飞毛腿”D以及不明数量的SS-21导弹，并在阿勒颇组建了地地导弹司令部(BMC)，下辖3个导弹旅，每个旅一般拥有多达18部机动发射车(比传统俄式战术火箭旅多出6部)，每辆发射车配套两辆储运车(携弹4枚)，全旅共有72枚导弹。叙军BMC还将一部分导弹安放在地下洞穴中，用固

定式发射井发射。

来自苏联的援助

1963年复兴社会党夺取叙利亚政权后，一直以“阿拉伯社会主义国家”自居。1970年11月23日，空军上校出身的哈菲兹·阿萨德通过政变上台。他试图全方位整顿贫弱的军队，针对以色列军事优势特别是近乎无敌的空军展开“不对称备战”，陆续从苏联争取来了最新式的T-62坦克、R-70“月亮”（北约称“蛙”7）地地战术火箭以及2K12（北约称“萨姆”6）地空导弹等，才使得叙军在1973年“赎罪日战争”中焕然一新。

也正是通过“赎罪日战争”的实践，叙军意识到要与以色列空军交锋，只有选择苏制“蛙”7火箭乃至更先进的“飞毛腿”B弹道导弹才能抗衡，因此战后阿萨德总统把主要精力放到强化导弹武库上。



▶苏联“飞毛腿”B导弹四视图

1974年7月，苏联货轮“敖德萨”号在拉塔基亚港卸下18枚R-17E导弹（即“飞毛腿”B的俄文编号）和9辆9P117“飓风”发射车，这标志着叙利亚正式开启弹道导弹事业。叙利亚陆军以这些家底组建了第69炮兵旅（一说第17炮兵旅），部署于大马士革郊外，防范控制戈兰高地的以军东进。

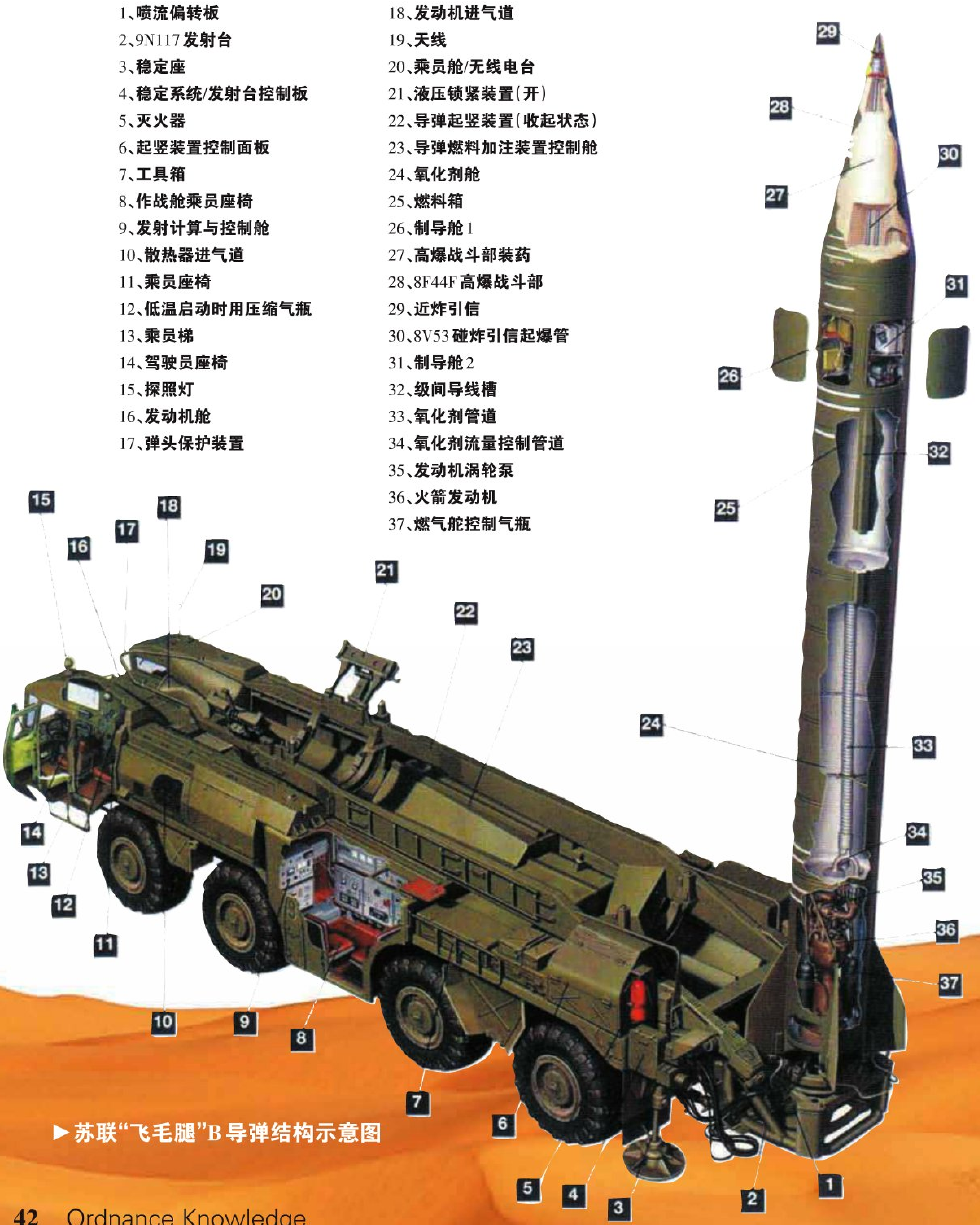
1975年黎巴嫩内战爆发后，作为“阿拉伯威慑部队”的叙军开进贝卡谷地，为帮助同盟者什叶派“阿迈勒运动”。叙军曾向黎巴嫩马龙派民兵据点发射了两枚“飞毛腿”B，差点炸死其首领杰马耶勒。

据美国“核不扩散”网站提供的信息，叙利亚所列装的“飞毛腿”B导弹由苏联马克耶夫设计局研制，导弹长11.16米，弹径0.88米，翼展1.81米，发射重量5.86吨，有效射程为270千米，命中误差大约为500米，大致属于“心理威慑武器”。导弹在飞抵目标区上空时，弹头会在空中引爆，造成对地面目标的第一次破坏，而弹体落地后的爆炸可制造“二次破坏”。

从已公开的信息来看，苏联向叙利亚军队移交了与“飞毛腿”B相关的8F44E整体式高爆战斗部。该战斗部长2 650毫米，直径884毫米，重987千克，杀伤半径50米。至于威力更大的8F45温压战斗部（内装AC-8云爆剂），似乎并未进入叙军序列。

尽管阿萨德总统在后来访问莫斯科时多次提出增购“飞毛腿”系列导弹的请求，但苏联政府担心刺激美国和以色列，并未予以回应。

1982年叙军在贝卡谷地再度惨败后，苏联又向叙利亚提供了大约16枚射程只有120千米的SS-21式近程战术导弹和同等数量的发射车。SS-21采用固体燃料推进剂，可



1、喷流偏转板
2、9N117发射台
3、稳定座
4、稳定系统/发射台控制板
5、灭火器
6、起竖装置控制面板
7、工具箱
8、作战舱乘员座椅
9、发射计算与控制舱
10、散热器进气道
11、乘员座椅
12、低温启动时用压缩气瓶
13、乘员梯
14、驾驶员座椅
15、探照灯
16、发动机舱
17、弹头保护装置
18、发动机进气道
19、天线
20、乘员舱/无线电台
21、液压锁紧装置（开）
22、导弹起竖装置（收起状态）
23、导弹燃料加注装置控制舱
24、氧化剂舱
25、燃料箱
26、制导舱1
27、高爆战斗部装药
28、8F44F高爆战斗部
29、近炸引信
30、8V53碰炸引信起爆管
31、制导舱2
32、级间导线槽
33、氧化剂管道
34、氧化剂流量控制管道
35、发动机涡轮泵
36、火箭发动机
37、燃气舵控制气瓶

▶苏联“飞毛腿”B导弹结构示意图



▶朝鲜"火星"6导弹样品



▶叙利亚兵工厂早年披露的"飞毛腿"C导弹集束弹头模型

机动作战，从叙利亚境内发射，可覆盖以色列北部各主要军事基地。

通过朝鲜、伊朗

鉴于苏联的导弹援助始终受到西方因素的影响，叙利亚不得不寻找新的供货渠道。

20世纪80年代两伊战争爆发，阿萨德总统选择站在被逊尼派阿拉伯国家孤立的伊朗一边，进而与之建立起密切的军事合作关系。当时伊朗主要从朝鲜进口大量火箭炮、坦克、步枪等常规武器，连带着叙利亚也开始接受朝鲜军火，朝鲜也把叙利亚当作军事同盟者。在平壤妙香山历史博物馆里，至今还保存有叙利亚总统阿萨德赠给朝鲜国家主席金日成的礼物——一把镀金的AK–47突击步枪。

当时正值朝鲜全面吃透苏联"飞毛腿"系列导弹技术并逐步进入出口市场的关键时刻，伊朗和叙利亚向其提供了从苏联武器样品到资金的全方位帮助。

1991年春，朝鲜首次将24枚"火星"5号（即"飞毛腿"B的朝鲜翻版）和"火星"6号（北约称"飞毛腿"C）导弹运到叙利亚。1992年，朝鲜货船"大兴"号载着"飞毛腿"C导弹所用的MAZ–543发射车在伊朗阿巴斯港作短暂停靠后，躲开美国海军监视，成功转运至叙利亚拉塔基亚港。1993年8月4日，俄罗斯两架安–124大型货机又从朝鲜顺安机场装上MAZ–543发射车，于次日降落在叙利亚大马士革机场。

据韩国《国防论坛》杂志介绍，朝鲜在1991~1996年间向叙利亚出口了150枚"飞毛腿"C导弹。它基本是"飞毛腿"B的升级版，增加了导弹长度，能多容纳20%的燃料，而且燃料和氧化剂的配方比例也经过调整，从而提高射程。它还采用了分离式战斗部，弹体可保持较高的稳定性，从而可以提高命中精度。导弹起飞重量超过6吨，其中火箭发动机所使用的是液体推进剂偏二甲肼和红烟硝酸。弹头重770千克，最大射程500千米，主要用于打击敌方机场、导弹发射场、指挥中心、军事设施、兵力集结地、交通枢纽等。

叙军方对该导弹颇为满意，不断寻求朝鲜转让技术。1996年10月，叙利亚军事代表团访问平壤，就两国开展重大军事合作进行探讨，双方达成了新一轮"武器技术交换协议"，即叙利亚单方面将数套俄制SS–21型战术导弹运到朝鲜，以供后者以此为基础，开发出第一款采用固体燃料的弹道导弹——KN–02；而朝鲜则负责向叙利亚转交"飞毛腿"C及射程更远的"劳动"1号导弹的生产技术。

2000年，朝鲜清川江贸易会社正式将50枚射程可达1 300千米的"劳动"1号导弹散件出口到叙利亚。

据美国加利福尼亚州蒙特雷大学发表的一份研究报告，1987~2009年全球弹道导弹销售量约为1 200枚，其中有510枚是朝鲜出口的，占到全部市场份额的40%，其出口对象就是伊朗和叙利亚。美国国会调查局（CRS）在2009年发表的报告中特别强调，伊朗为朝叙导弹贸易提供了重要的信用担保，正是来自伊朗的外汇支持，使得手头拮据的叙利亚依然能持续从朝鲜进口价格不菲的导弹及其生产线。



▶就在叙利亚局势不断升温之际，以色列国防军(IDF)又传来消息称，叙利亚于12月3日试射了数枚"飞毛腿"导弹



▶阅兵式上的朝鲜"劳动"1型导弹



▶叙军一直想得到的俄制原装"飞毛腿"导弹的化学弹头，叙利亚一些化学战剂生产地点就设在储存"飞毛腿"导弹的军事设施中，这意味着化学弹头与弹道导弹可以快速结合

据以色列情报机关摩萨德的报告，从1998年起，为便于向叙利亚进行导弹贸易，朝鲜在大马士革开设了负责军品出口的第二经济委员会下属的端川会社和"朝鲜矿业贸易开发会社"（KOMID），同时向叙利亚派遣了各类导弹技术人员。在朝鲜的帮助下，叙利亚在大马士革以北的霍姆斯和哈马开设了两家导弹生产厂，次年又在北部城市阿勒颇开办第三家，前两家主要从事"飞毛腿"C导弹的生产，而后者主要进行"劳动"1号导弹的叙利亚版——"飞毛腿"D的研制工作。为降低技术难度，叙军方主动要求把导弹射程压缩到700千米左右，只需覆盖以色列、约旦全境及土耳其南部即可。在朝鲜专家的强烈要求下，这三家导弹工厂全都设置在地下，目的是防范美国和以色列的空袭摧毁。

2001年7月初，以色列国防军第8200无线电侦察部队首次监测到叙军试射"飞毛腿"C导弹的踪迹，该导弹只飞行了300多千米，击中了哈雷卜沙漠中的预定目标。而在2005年5月27日，叙利亚军方一口气发射了三枚型号不同的"飞毛腿"导弹，其中有一枚"飞毛腿"D型导弹飞完了整个700千米的射程，准确命中叙北部山区目标，显示该导弹具备初始作战能力。

因为美国的傲慢

以色列曾试图斩断朝叙导弹贸易关系。1992年11月，正值朝鲜与叙利亚导弹贸易公开化之际，以色列外交部亚洲局局长贝恩托尔访问平壤，要求朝鲜中断对叙导弹出口，朝鲜官员的回答是："我们与叙利亚仅是商业和贸易层面上的关系，如果以色列愿意给予补偿的话，我们可以考虑中断导弹出口。"交涉中，以色列曾提出帮助朝鲜开采因资金困难而中断的平安北道云山金矿，承诺投资3亿美元，并为此派出地质调查团。

1993年7月，以色列和朝鲜的代表团进行了第二轮接触，就中断朝鲜导弹出口及以色列投资进行深入协商，随后一家名为"MARK RICH"的以色列贸易公司还实地考察了朝鲜的项目，就双方进行农业等领域的合作进行研究。可是"援助换导弹"的方案却因美国向以色列施压而告吹。

2003年，金正日在接见首次来访的美国国务卿奥尔布莱特时说："我们确实为赚取外汇向叙利亚及伊朗出口导弹，如果美国能提供一定补偿，那么朝鲜可以考虑中断导弹项目。"面对如此明确的表态，以色列也积极鼓动美国接受朝鲜伸出的"橄榄枝"，但美国政府依然摆出不予理睬的傲慢姿态。



▶叙利亚"飞毛腿"C发射车涂装

观察家|Observer

接2不连3
解读印度“烈火”4弹道导弹

2011年11月15日，印度突然宣布成功试射“烈火”4型远程导弹，在亚洲国家中引起了巨大反响，印度主流媒体称其为印度导弹事业开启了“新时代”，似乎“烈火”4使印度一夜之间就跻身世界强国了。那么，被印度寄予厚望的“烈火”4究竟是一种什么样的导弹？其发展又有什么现实意义呢？

文/成 敏



▶2011年11月15日，“烈火”4发射试验时的场景

[文章编码0209]

来龙去脉

从名称看，“烈火”4属于印度“烈火”系列导弹。该系列导弹基本都采用固体燃料发动机，因此体积较小。关于“烈火”4导弹的传闻早已有之，认为它采用了“烈火”3的设计框架。但从外观看，它基本沿袭了“烈火”2的设计思路和相关技术。

导弹发展情况　印度在1980年就成功发射了固体运载火箭“卫星运载器”SLV-3，并用其第一级开发了“烈火”1导弹。“烈火”1弹体长10.5米，直径1.0米，射程700千米，据说之后印度科研人员将其增程到了1 500千米。1999年印度在国庆阅兵中展出“烈火”2导弹，是在“烈火”1上增加了一级火箭，使其变为两级固体燃料导弹。导弹长度达到15米，直径仍为1.0米，射程增加到2 500千米。虽然印度在“烈火”2上进行了多种弹头和制导方式的改进，但外界认为“烈火”2由于弹体过长，没有发展前途。2006年7月，“烈火”3的出现似乎证实了人们的这一论断。“烈火”3的整体设计超越了“烈火”2的框架，直径达到2米，具有很大发展潜力，成为印度未来洲际弹道导弹的原型。但2011年11月“烈火”4的出现改变了人们这一想法。

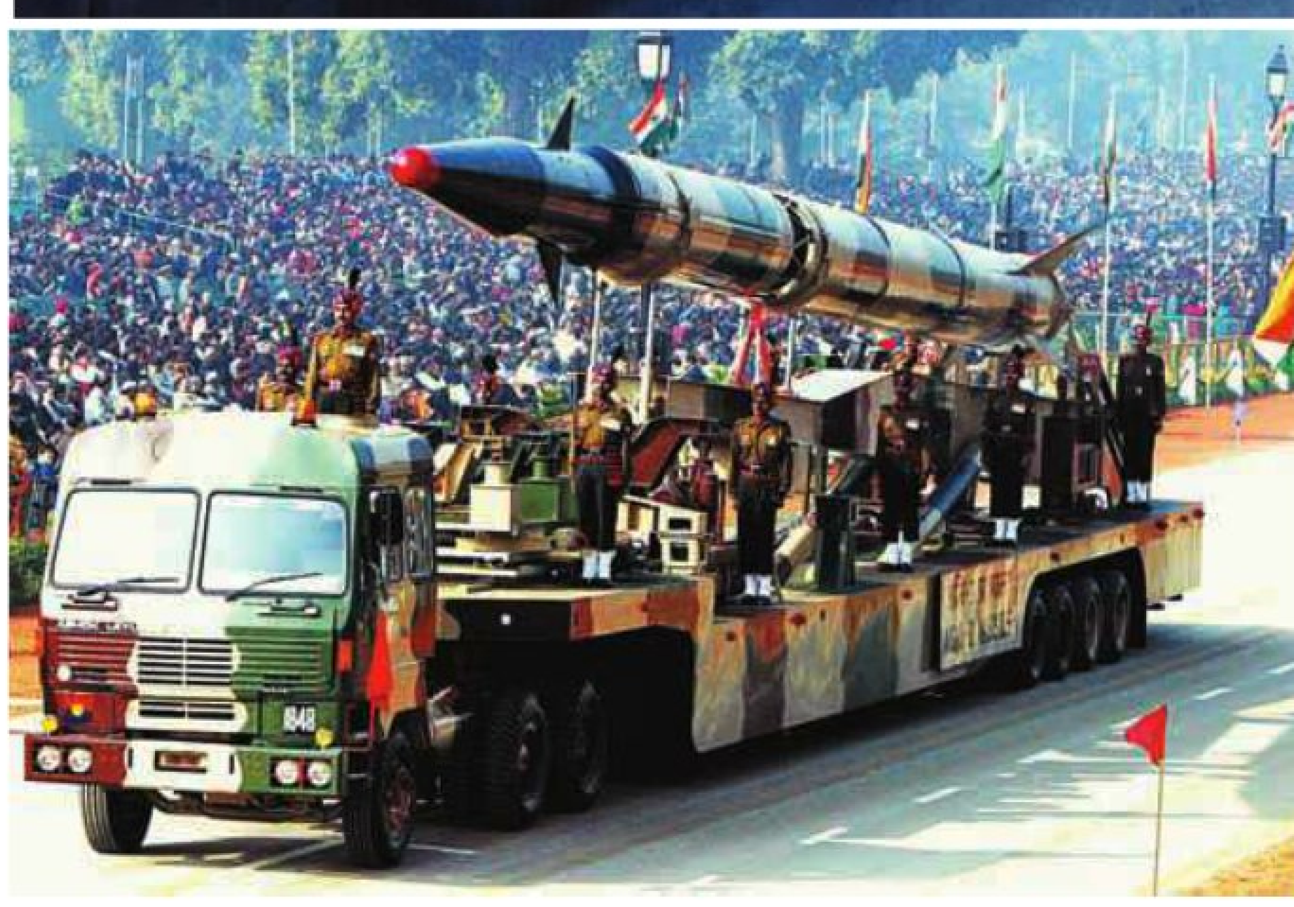
“烈火”3试射成功后，媒体一再炒作印度将发展洲际型的“烈火”5导弹。当时很多人奇怪为什么“烈火”4被逾越？美国“导弹威胁”网站猜测：由于“烈火”4的设计射程达到6 000千米，要求弹头具有很强的耐烧蚀性，而“烈火”3导弹试射后多个国家拒绝向印度出口制造洲际导弹弹头防热层不可或缺的聚丙烯腈纤维材料。为避免在国际社会制造紧张气氛，2007年6月印度政府决定把“‘烈火’导弹最大射程限定在5 000千米”，“烈火”4的研究项目也随之被束之高阁。现在来看，这一猜测并不属实，印度并没有放弃“烈火”4计划，只是它并不是“烈火”3的后续型，而是不被看好的“烈火”2的后续型，甚至被认为是“烈火”2的改进型。据称负责“烈火”4项目的是一名48岁的女性科学家，名叫泰西·汤姆斯，就任于印度国防研究与发展组织（DRDO）。“烈火”4的成功也令她在男性聚集的DRDO名声大噪，成为继印度导弹奇才卡拉姆后的又一位杰出的导弹主管设计师，她还负责印度寄予厚望的真正的洲际弹道导弹“烈火”5计划。

“烈火”4真正进入人们视线是2010年12月10日的试验。当时“烈火”4的试射因导弹偏离轨道坠入大洋而失败，外界认为这次试验只是“烈火”2的一次失败。此后，印度科学家们对“烈火”4的导航、推进、电子设备等系统进行了改造，最终“烈火”4在2011年11月15日从奥里萨邦惠勒岛靶场发射。印度媒体称，导弹弹道最高点达到900千米，飞越孟加拉湾，击中预先设定目标，坠入印度洋班戈尔海湾。导弹飞行了3 000千米以上，弹头再入温度达到了3 000℃以上，试验取得成功。虽然这些数据值得怀疑，但试验基本达到了印度方面的要求。

导弹外观分析　在这次试验中，印度方面公开了部分“烈火”4的发射照片，为我们揭开“烈火”4的神秘面纱，认识印度弹道导弹发展真实情况提供了非常有限的资料。

虽然这次试验后，印度《经济时报》援引印度军方的话说，“烈火”4其实是“烈火”2的改进型，但我们从照片还是可以看出这种改进幅度较大。首先，可以看出“烈火”4采用两级固体火箭上下





▶印度“烈火”系列弹道导弹的通病是弹体细长，长径比太大，导弹发射后易产生弹体振荡。上图为“烈火”1，下图为“烈火”2，可以看出两者的区别

串联配置，下面的一级略粗于上面的二级火箭；弹头形状不同于“烈火”2，不但弹头没有弹翼，一级尾部也没有弹翼，而且一、二级火箭间不像以往的印度导弹采用杆系结构。

虽然印度没有公布“烈火”4的外形尺寸参数，但是依据其周围参照物和印度实际导弹发展水平，还是可以对其进行大致测算。总体（估算）结果是这样的：导弹总长18米，弹头长2.5米；二级长4.3米，直径1.0米，级间过渡段1米；一级火箭长10.6米，直径1.25米；一级的长径比为8.53，二级的长径比为4.3。从这一数据情况来看，印度所谓“烈火”4是“烈火”2的改进型的说法不无道理，但改进的力度较大。“烈火”2两级火箭的直径均为1.0米，其一级火箭长10.2米，二级火箭长4.8米。考虑到级间段的改造和量算误差，可以看出“烈火”4和“烈火”2的两级火箭长度接近，二级火箭直径一致，只是一级火箭直径增加了0.25米。因此可以大致推测“烈火”4实际是将“烈火”2的一级火箭加粗，并使用了“烈火”2的二级火箭发展来的。对于固体火箭来说，增大火箭直径的难度较大，因为这样一来所有的设计计算和生产工艺需要全部改造，因此估计增大直径的火箭还会有其它用途。

印度国防官员表示：“烈火”4首次验证了多项新技术，代表了印度导弹技术的一次飞跃；该型导弹质量更轻，采用两级固体推进，战斗部配有再入热防护罩；首次使用的复合式火箭发动机（Composite Rocket Motor）展示了卓越的性能。从这一消息可以看出，“烈火”4不但采用了新型材料，而且发动机经过改造，不是简单的“烈火”2部件的组合。这与上述对量算结果的推测是一致的。

性能解读

印度国防研究与发展组织（DRDO）官员透露，“烈火”4导弹总重量为20吨，载荷1吨，射程可以达到3 500千米，在射程和重量上都优于“烈火”2和“烈火”3。但该型导弹仍有诸多问题需要解决。

射程远，但再入可靠性存疑　“烈火”4的总重量比48吨的“烈火”3轻28吨，但射程却比3 000千米的“烈火”3导弹至少远500千米，应该说这是通过更加合理的设计有效提高导弹性能的一个典型案例。印度透露这次“烈火”4试射的最高弹道达到900千米（估计有误），并不是最远射程。如果这一数据属实，可以看出它并未采用最佳弹道，而采用了高弹道。“烈火”3射程3 000千米时的最高弹道高度只有350千米。也就是说，“烈火”4的射程仍有提高余地。从其它国家导弹发展情况来看，“烈火”4的发射效率也较为先进。例如，法国M20两级潜射固体燃料导弹重21.4吨，射程3 000千米；陆射S3两级固体燃料导弹重25.8吨，射程3 500千米。这两种导弹虽是上世纪70年代产品，但其技术目前仍较为先进。

印度科研人员透露，“烈火”4弹头采用了新型的碳纤维材料头锥，使其再入大气层时具备一定的耐热抗烧蚀能力。从外观看，它与“烈火”3弹头形状类似，估计这一设计是初级的，抗烧蚀能力不会太高。因为印度此前的“烈火”2为了回避这一问题，将弹头从一开始就设计成末端机动的，这需要大幅度降低再入速度。印度此次之所以没有采用全射程试验方式，估计是对弹头抗烧蚀能力信心不足。上世纪70年代，许多国家都由于这一问题不得不采取降低射程的做法，估计这一问题的答案可能得等到“烈火”5的出现才会有定论。

发射灵活，但作战使用不便　印度透露，“烈火”4能从移动发射架发射。但从以往经验看，印度的移动发射概念与其它国家不太一样。它通常采用轨道方式移动，这主要是因为除了“大地”系列导弹外，其它导弹要么过长，要么过重，因此难以实现通常的公路机动。而火车机动难度过大，即使美国的“和平卫士”火车机动部署方案仍有许多难题没有解决。世界上目前只有苏联的SS-24“手术刀”火车机动方案曾实际部署。从图片资料看，印度移动部署方案实际是拖车方案，只是实现了地面移动和运输，距离机动作战发射还相去甚远。例如，“烈火”3由于质量太大，比世界上最重的陆基机动导弹俄罗斯的“白杨”M还要重，根本无法装载在公路机动发射车上。“烈火”4在总体质量和长度方面有了长足进步，具备公路机动的基本条件，因此可以改装为公路机动发射。

但印度似乎没有完全解决筒式储存和冷发射技术，即使“烈火”4采用公路机动系统，其作战使用仍不方便。此前，从资料照片看，印度在“萨加里卡”导弹上曾试验过筒式冷发射技术，并计划在“烈火”5和未来潜射的K-4上采用这一设计方案。但从当前试验情况看，“烈火”4未采用这一部署方案。

精度高，但制导模式受限 关于印度导弹制导问题众说纷纭，印度也竭力回避。直到“烈火”3出现时，印度才透露“烈火”3在第四次飞行试验中首次使用了自行研制的环形激光陀螺，前三次试验使用的陀螺是从美国诺格公司和霍尼韦尔公司购买的。而国际上对高精度的陀螺仪和加速计都予以限制，印度从美国采购的部件，必然不会高于这一限制。印度自行研制的设备很可能也仿制于美国产品，因此其精度短时间内不会高于美国产品。为了提高惯性制导的可靠性，印度透露“烈火”4装备了紧凑的现代化“冗余电子设备”以获得高可靠性。印度国产的互为补充的两个导航系统：基于环形激光陀螺仪的高精度惯性导航系统（RINS）和微导航系统（MINGS），已经成功完成了在制导模式下的第一次飞行。但印度这一系统采用的据称是捷联式惯导方式，而现在大型洲际导弹基本都采用了平台式产品，可见制导技术仍是阻碍印度导弹发展的瓶颈。

值得注意的是，在“烈火”3试验后，印度官员总将其与俄罗斯的SS-20相比。这次“烈火”4试验成功后，印度科研人员则总是将其与美国“潘兴”2相比。早有消息称，印度在“烈火”2上就试验了雷达寻的末制导技术，因此“烈火”4很可能采用全程惯性制导加雷达寻的末制导方案，这是美国“潘兴”2导弹的最大特点。也就是说，“烈火”4的惯导精度完全依靠雷达寻的末制导方案来修正。这种方式需要庞大而先进的航空、航天侦察情报体系作为基础，是印度目前尚不具备的。

设计合理，发展潜力大 从“烈火”4的外观来看，其设计比以往的“烈火”系列要简洁、美观很多，不但级间不再采用杆系结构，而且导弹长径比也趋于合理，这为提高性能奠定了基础。例如，当初由于固体推进技术储备不足，“烈火”2只能采用SLV-3火箭的现成技术。直径只有1米，长度却达到20米，如此大的长径比很容易诱发弹体振荡，这也为以后的失败埋下了伏笔。2009年5月，“烈火”2导弹发射测试时，一级发动机分离后导弹偏离预定弹道，出现蛇形飞行，导致试验失败。2009年11月，“烈火”2导弹首次夜间发射时，一级发动机分离后导弹出现不规则震颤，试验失败。外界分析，这两次失败都可能是长径比过大造成的。“烈火”3虽然也有发展潜力，但目前来看其发射效率并不高，体积和重量比“烈火”4大很多，射程和投送能力却没有明显优势，这也许到“烈火”5能有所改善。值得注意的是，印度为“烈火”4设计开发了直径1.25米的一级发动机，这也许是未来“烈火”5或其它新型导弹的重要部件。因此，“烈火”4的设计技术框架不可能终止，它还有很大的改进余地。



▶印度在弹道导弹试验上一方面大肆宣扬，惟恐天下人不知道其这方面的能力；另一方面又遮遮掩掩，只透露很少的图片和信息。这样的“大国”心态很耐人寻味。图为“烈火”4试验时印度公布的不多的几张照片之一

正是因为印度科研人员对“烈火”4合理设计的充分信心，印度官员才敢于宣布“烈火”4将很快服役。印度宣称希望在2012年前再进行两次发射测试，2013年进行两次用户发射试验，2014年就服役。但专家称，虽然先进的模拟技术可以减少试验次数，但试验不足仍将阻碍服役进程，即使像“潘兴”这样的导弹也是发射试验十多次后才服役。



▶正在发射的“烈火”3弹道导弹。该弹重达48吨，采用机动部署的方式难度较大

发展意义

也许是受到近期将要试验“烈火”5消息的影响，“烈火”4的出现并没有像当初“烈火”2和“烈火”3发射成功后引起印度上下的狂欢。实际上，“烈火”4是印度弹道导弹发展进入实用性的里程碑，将对印度周边威慑和导弹技术发展产生深远影响。

突破了西方技术封锁　印度官员在“烈火”4试验成功后宣称，“烈火”4的出现标志着印度已经突破1974年西方强加给印度的制裁，这些制裁已经无法阻碍印度获取世界级的核威慑能力，印度不再需要进口技术。该官员列出了多项技术突破，包括火箭发动机、先进的导航和控制系统。近年来，印度为突破国际制裁发展战略威慑能力，采取了多种手段，积极克服技术障碍，并取得了一定成绩。例如，位于海德拉巴的印度国有MIDHANI公司为导弹部件开发了马氏钢。这是一种合金超高强度钢，已经用于印度固体燃料导弹的一级火箭发动机壳体。KERALA材料和技术公司（KMML）完成了复合材料的研制与开发，解决了导弹轻型化的问题，并开发了导弹防热头锥材料的碳纤维技术，解决了导弹射程提高后的弹头再入烧蚀问题。

对周边的威慑能力大幅提高　“烈火”4导弹的3 500千米射程不但使其具备了对巴基斯坦内陆的核威慑能力，而且已经具备对包括我国在内的众多国家内陆的打击能力，是继“烈火”3后再次对中国内地城市实际形成核威慑能力的导弹。关于这一问题，印度媒体在2001年就指出，巴基斯坦国土面积小，战略纵深有限，主要城市都离印巴边境不远，现有射程2 000多千米的“烈火”2导弹对付巴基斯坦已经足够，射程3 000千米以上的导弹主要针对中国。目前已经服役的“烈火”2只能打击中国的西南和西北等地区，“烈火”4可打击到中国纵深范围内的“高价值”目标，包括中国中西部的广大地域，将把乌鲁木齐、西安、武汉、成都、重庆、昆明等众多西部大城市涵盖在射程之内。一位印度国防部官员的话似乎更能说明印度的意图：印度目前不需要发展8 000千米射程以上的洲际导弹，因为印度“潜在的对手们”都在印度的周边。

实现导弹技术的承上启下　《印度时报》在2011年11月15日“烈火”4试射成功后评论称，“烈火”4是迄今为止印度最为先进的地地导弹，它的成功同时为“烈火”5导弹试射拉开序幕。从技术上看，“烈火”4在继承“烈火”2技术的同时，也为“烈火”5的发展进行了技术测试。例如，其国产的制导组件及弹头的防热头锥，以及全新的导弹总体设计。虽然从目前情况看，“烈火”5很可能沿袭“烈火”3的技术框架，但有可能采用为“烈火”4开发的发动机和制导等部件。此外，“烈火”4的巨大发展潜力也可能成为印度新型中远程导弹发展的技术基础，是印度导弹技术自主化和多样化发展的承上启下之作。

[编辑/李海峰]



揭秘 韩国“天马”2中程防空导弹系统

文/闻　成

近日，韩国公布了其第二种自主研发的中程防空导弹系统“天马”2（Cheolmae Ⅱ，*也有媒体称为“铁鹰”*2），是比韩国现役的“天马”射程更远、威力更大的一种中程防空导弹系统，这是韩自主国防计划中M-SAM项目的重大突破。

酝酿已久

韩国M-SAM计划由来已久，虽然该项目与不同的国外公司合作，但仍是韩国自主国防项目的典范。该计划不但催生了现役的“天马”中近程防空导弹系统，而且其目标瞄准了功能更强的世界最先进技术。

M-SAM计划　上世纪末，美国援助韩国的“霍克”防空导弹逐步趋于老化，训练中事故频发，加之此时朝鲜弹道导弹试验频繁，特别是1998年的朝鲜中程弹道导弹试验，对韩国刺激很大。为此，韩国启动了M-SAM导弹发展计划。实际上韩国从发展“天马”近程防空导弹的时候起，就在规划M-SAM中程防空导弹系统。该项目几乎举韩国工业精华之力，开发工作由韩国国防发展局主持，主合同承包商为LIG NEX1公司。最初M-SAM计划属于SAM-X项目，导弹的雷达系统由LG公司开发，导弹发射车由三星公司负责，作战数据系统由LG等公司共同开发。

原来计划M-SAM在2010年“霍克”导弹退役时进入现役，但由于美国不支持，导致计划长期停滞不前。而以法国“眼镜蛇”导弹为原型开发

的“天马”项目进展较为顺利，这启发了韩国科研部门将目光瞄准美国以外的技术来源。

舶来的“勇士” 2003年11月，韩国LG公司首次披露M-SAM中程防空导弹的图样及其它一些技术细节，而此前该导弹的发展情况属于高度机密。2003年底LG公司在韩国航展上首次展出了M-SAM的样弹及其发射装置的图样，其外形类似俄罗斯S-300防空导弹系统使用的48N6导弹，发射车也与S-300类似。外界认为该系统与俄罗斯有某种联系。近年金刚石-安泰公司总设计师阿舒尔贝利对外界披露称，金刚石-安泰公司曾击败美国和法国公司，赢得了为韩国军方研制M-SAM中程防空系统的合同，为此韩国方面投资近12亿美元。实际上，上世纪90年代末期，俄罗斯与韩国M-SAM项目同时起步了被称为“勇士”(Vityaz)的中程机动防空系统计划，由金刚石-安泰公司于1998年对外公开，主要是为竞争欧洲国家(法、意)当时研制的SAMP-T陆基中程防空反导系统市场而开发的。由于俄方此时缺乏资金导致该项目停滞不前，韩方的介入则使该计划起死回生。

韩国最初选择了S-300使用的48N6E拦截弹，后在俄罗斯的建议下改为S-400的短程型9M96E导弹。这一犹豫使研制计划从2003年延迟到了2006年。有了韩国资金的注入，“勇士”系统的研制工作在2007年全面起步。起初，“勇士”系统专门为韩国开发，但在俄向韩国交付雷达样机前，金刚石-安泰公司向俄国防部领导人展示了新雷达的性能，这引起了俄军方的兴趣。之后俄军方要求该公司研制技战术性能更好的类似系统，用于替换老式的S-300。“勇士”防空系统的国家测试工作将于2013年结束。

“天马”2系统 俄罗斯金刚石-安泰公司在2004~2006年利用韩方提供的3 000万美元和以后追加的6 000万美元，为M-SAM系统陆续研制了3部雷达样机，并在2007年交付韩方。LG公司和金刚石-安泰公司利用韩方2 000万美元合作研制了“天马”2系统的机动指挥方舱。

据称，“天马”2导弹试验使用的是俄罗斯S-400的9M96E型导弹，该导弹正在实现韩国国产化。它与俄“勇士”系统一样不但可以拦截飞机、直升机、无人机、巡航导弹等中低速目标，还可以拦截战术弹道导弹等高速小型目标。外界认为，“天马”2是俄“勇士”系统的简化版，更确切地讲，“勇士”是“天马”2的增强版。目前，“天马”原型系统发射试验已经完成，接下来可能将与俄罗斯“勇士”系统同步进入一系列实用化工程测试。同时，俄罗斯和韩国都在寻求该系统进入国际市场的可能性。

系统组成

韩国的“天马”2系统基本沿用了俄罗斯“勇士”的系统构成，在系统组成数量上估计比“勇士”要少。通常，“天马”2系统由1部具有监视与跟踪功能的一体化雷达、1部指挥方舱、3辆运输-起竖-发射三用车，以及1辆电源车和1辆保障车组成。理论上在野外机动作战时还会配套若干运弹车和吊车。所有这些车辆都采用4轴越野卡车底盘。

探测雷达 “天马”2采用的警戒/火控雷达为MFMTR X波段单面3D相控阵雷达，由载车顶部的斜切矩形天线和下面的雷达方舱组成，天线可以向前折叠到雷达方舱前部。该雷达与其它相控阵雷达相比与众不同的地方是，其虽然为全电子扫描方式，但天线工作时可以60转/分的转速旋转，以增大探测效率。该雷达采用X波段，能同时探测和跟踪超过40个目标，并能采用命中率较高的“二拦一”方式引导拦截其中的8个。采用X波段，不但能够较为精确地探测飞机、直升机、无人机，而且可以有效探测识别战术弹道导弹。

拦截导弹 “天马”2导弹与原来的中近程导弹“天马”的最大区别在于其弹体中部无翼面，尾部有四个舵面。它采用矢量推力系统以达到极高加速度及转弯速度。它采用一个惯性制导组件，并在X波段雷达的数据链辅助下进行中段制导，然后由雷达目标搜索器完成末段制导。导弹重400千克，长度4.61米，直径27.5厘米，最大射程40千米。导弹以圆形包装筒装载保护。

发射系统 “天马”2导弹的发射系统采用两层各4枚的8联装配置。发射车最初设计携带12管发射箱组合，1年后改进设计为10管，后又改为目前的8管设计。导弹发射完毕或需要检测时，8



▶“天马”2防空导弹系统构成比较简洁，便于部署

联装发射组件可以使用吊车进行整体换装。系统机动时导弹呈水平放置在发射车上，发射时由液压系统将8联装发射组件整体起竖。在发射阵位，发射车底盘通过4个液压臂支撑离开地面，然后进行调平调整，以稳定和平衡发射系统。

指控系统 “天马”2的指挥控制系统主要集中在一个机动式指挥所内。该指挥所为一个模块式车载方舱，方舱内有通信系统和任务规划系统，可以通过数据链与外界进行数据信息传输，也可以通过内部通信系统对整个发射单元进行指挥和控制。指挥方舱内部采用“T”形通道设计，主要显示部分集中在方舱前部，设有两个指挥席。指挥席上部为5台显示屏，可以显示任务进度和雷达搜索情况，每个席位前下部各有一部主控显示屏，主要显示任务规划情况，并可以将上部显示切换到下部。指挥席侧面上方设有发射场监控显示屏，实时显示发射情况。



▶“天马”2防空导弹系统的指挥方舱内部，可以看出信息化程度较高，2人即可完成作战的指挥和控制

性能特点

“天马”2导弹系统性能与韩国以往部署的防空系统有明显不同，在技术上也取得了重大突破，对韩国未来防空能力和技术水平都将产生重要影响。

发射方式先进，系统反应快 韩国以前的防空系统基本采用美国装备，因此没有“冷发射”技术基础。而“天马”2导弹系统采用“冷发射”方式，通过安装在导弹发射筒里的气体发生器将导弹弹射出去。导弹被垂直弹射到大约30米高度时，导弹推进器点火。这种方式不但可以将导弹储存与发射系统合二为一，降低导弹储存、转运的难度，还可以方便系统换装导弹，通过通用吊车可以很快将多联装导弹发射筒组件转载到发射车上，缩短了重新装填导弹的时间。垂直发射方式，配合旋转的相控阵雷达天线，也使系统可以应对几乎全空间方位的威胁。此外，“冷发射”与“热发射”相比，不但能提高导弹装药效率，而且能够减少导弹尾烟带来的系统暴露可能，很好地隐藏发射阵地。



▶俄罗斯“勇士”防空系统导弹发射车模型





▶“天马”2防空系统导弹发射车及发射筒和导弹。其导弹发射筒行军时平放在车体后部，发射时垂直竖起

系统集成度高，隐蔽性好 与韩国现装备的美国“霍克”和“奈基”导弹系统相比，“天马”2导弹系统的各功能单元的集成度有明显提高。例如，“霍克”导弹使用了3~4部雷达，分别担负警戒、目标搜索和引导等功能，而“天马”2采用的警戒/火控雷达为MFMTR X波段单面3D相控阵雷达，可以承担几乎所有探测和目标跟踪任务。“霍克”导弹的指挥与发射采用了指挥中心与发射控制排两级控制方式，而“天马”2系统只采用了1部指挥控制方舱，担负了对内对外通信、任务规划、发射控制等多重任务，有效地将多种任务系统集成于单一系统内。而且“天马”2电源车上的发配电系统和指挥车上的指挥控制方舱均为搭载式，可随时拆卸，在地面部署。这使系统组合更加灵活，不但减少了系统单元设备，减少了系统部署占地，也减少了各分系统间的数据传输时间，有效提高了系统作战隐蔽性和反应性。

机动性好，系统生存性高 俄罗斯“勇士”系统的各个分系统都使用了“卡玛斯”8×8运输卡车作底盘，韩国则采用了10吨重型卡车底盘。“卡玛斯”底盘虽然越野能力强，但韩国采用的商用底盘成本更低，也容易修复。从韩国公布的系统照片看，“天马”2系统的雷达车、发

射车和指挥控制方舱均采用了相同的商用卡车，发配电车和配件车采用了军方通用的普通卡车，这在提高系统机动性的同时，有效降低了生产成本和维修难度，使系统生存性大幅提高。

探测技术先进，抗干扰能力强 “天马”2导弹系统的探测雷达采用电子波束控制方式，具有旁瓣低、主瓣强的特点。如果雷达不锁定飞机，飞机的机载告警接收器很难探测和跟踪，更难采用电子阻塞干扰。虽然飞机可能探测到反射波，但很难从前方探测到雷达，就像大多数反辐射导弹依靠旁瓣锁定目标，这就使打击雷达方向选择变得困难。MFMTR雷达采用高功率频谱方式，X波段设计用于快速搜索和初步跟踪90°范围内的弹道导弹，对小目标具有较好的探测能力。此外，这种雷达由于天线工作方向较高，对低空覆盖有限。

火力组合灵活 俄罗斯“勇士”系统最让人感兴趣的是，它是一个“双导弹”的防空武器系统。它的每一个标准导弹储运/发射筒可以由“一捆”4枚较小、较短的导弹取代。该系统较大的导弹很可能是最初为S-400设计的9M96E导弹，较小的导弹还没有对外公开，可能是安泰公司研制的9M100，也可能是从另一个设计局的导弹改进而来，有可能是R-77空空导弹的地空版本——R-77ZRK。如前所述，“天马”2导弹系统最初设计为配套S-300的较大型导弹，而后改为目前较小的导弹，这种组合能力很可能被“天马”2导弹继承，使其可以同时装备两种射程的防空导弹，这将使系统火力组合更加灵活。

弹头威力大，拦截能力强 从韩国公布的“天马”2导弹试验照片来看，导弹采用了碰撞方式拦截靶机，从碰撞瞬间效果来看，明显是定向破片杀伤方式。俄罗斯和韩国科研人员为其设计了小型的24千克高爆弹头，采用可控破片模式杀伤目标，使用多重引爆药爆炸形成爆炸波，由弹上小型雷达引信来控制弹头爆炸的时间和样式。这种方式可以在较小装药情况下形成较大的杀伤威力，对破坏较为坚固的弹道导弹目标，尤为重要。因为从美国在海湾战争拦截导弹的经验来看，大多数拦截只是任务破坏，即改变了导弹飞行弹道，无法摧毁导弹本身，而造成地面误伤。



►“天马”2防空导弹命中并摧毁目标的连续镜头。小图是导弹发射时的场景。导弹采用“冷发射”方式弹出筒后，在一定高度导弹发动机点火，并通过矢量转弯系统转向目标方向

前景展望

“天马”2卓越的性能和作战能力，使韩国军方对其产生了浓厚的兴趣。它不但将广泛取代现役的中程防空导弹，而且很可能成为韩国下一步导弹发展的基础样式，从而衍生出任务多样的各种新系统。

替代“霍克” “天马”2导弹在韩军中的作用是为陆军野战部队提供区域防空，同时也可以给机场、码头提供中、近程防空反导。预计该型防空系统进入韩军服役后，会逐步取代现役老旧的“霍克”导弹。根据韩军的“信息化军队2010计划”，在各军兵种建设方面，一是加速建设一支远洋型的“战略机动舰队”，以摆脱大陆军格局，另外就是全力打造一支空天一体的“战略空军”，与此同时对陆军进行精编，减小规模的同时提高质量就成了韩军建设之必须，对装备进行升级换代则成为必然。面对朝鲜的导弹和空中威胁，升级现役落后的“霍克”导弹成为首选。目前韩国在超过24个地点部署了110部“霍克”导弹发射架。这些“霍克”不但无法实现信息化指挥，而且大部分导弹的寿命在2010年就已经到期，需要淘汰。而“天马”2导弹的出现将使韩国军队防空导弹系统呈现全新的面貌。

由陆上舰 韩国海军目前的舰队中程防空主要依靠“标准”1导弹，这种导弹已经逐步淘汰。该导弹采用倾斜“热发射”方式，使舰上很难扩大部署其它武器，而且作战反应慢，很难适应韩国建设远洋型“战略机动舰队”的需要。因此韩国海军已经向国防部提出装备改装型“天马”2导弹的要求。该导弹上舰后可以采用多联装垂直发射方式，大幅度提高舰队中程防空能力，也将使未来舰艇的隐身性更佳。

发展高空拦截系统 目前韩国军队近期可以使用的拦截导弹有“爱国者”2（飞行高度24千米，射程70~160千米）和“天马”2中程地空导弹（飞行高度25千米，射程40千米），对拦截朝鲜最具威胁的弹道导弹有一定局限。为此韩国与美国的雷锡恩公司谈判，试图重新启动已经暂停的SAM-X项目。该项目价值18亿美元，包括采购“爱国者”3防空反导系统以替换“奈基”系统。但即使部署“爱国者”3，韩国仍缺乏高空拦截系统。韩国军方曾建议引进美国的THAAD来拦截高空弹道导弹，但这一尝试希望渺茫，为此韩国国防部制订了L-SAM导弹发展计划，预计2012年1~2月左右确立项目推进基本战略后，计划从2013年开始着手开发研究。据推测，虽然韩国可能引进“爱国者”3，但仍可能坚持开发自主的韩国型“爱国者”导弹，来构建名为KAMD的韩国导弹防御系统。如果成功开发韩国型L-SAM，韩国不仅可以拦截60千米以上高度飞行的弹道导弹，而且与“爱国者”2导弹相比，其拦截导弹数量增加4倍，命中率也会较高。目前，媒体透露的方案是，从现有的“天马”2导弹系统升级，以达到S-400的拦截能力，并命名为“天马”4-H。届时，韩国将构建由“天马”系列导弹组成的高低两层反导防御系统，以满足国土反导防御的需要。

[编辑/李海峰]



观察家|Observer

日本加紧打造太空"间谍"

2011年9月23日，日本用H-2A火箭成功发射第4颗光学成像侦察卫星——"光学"-4(Optical-4)之后，12月12日，日本又用H-2A火箭把第3颗雷达成像侦察卫星——"雷达"-3送入太空。"光学"-4是日本第二颗第二代光学成像侦察卫星，分辨率比第一代高，为0.6米，用于替代已经超过设计寿命的"光学"-1卫星。"雷达"-3是日本第一颗第二代雷达成像侦察卫星，分辨率优于1米，采用瞬间改变卫星姿态的技术，可以拍摄更多的地点。

文/天 兵

[文章编码0211]

发展轨迹

成像侦察卫星是发展最早、用途最广的一种侦察卫星，在军事上具有重要作用。早在1961年1月，美国"发现者"光学成像侦察卫星拍摄的照片及时证实了苏联没有大规模部署洲际弹道导弹，帮助美国消除了对苏联"战略核优势"的恐惧，从而向苏联提出挑战。在第四次中东战争，以色列遭遇阿拉伯联军围攻、几乎全军覆没时，美国最先送来的援助不是大批军火，而是几张显示埃及军队防线空隙的侦察卫星照片，依靠这份价值连城的情报，以色列国防军得以绝地反攻，化险为夷。

成像侦察卫星不仅多次用于近些年的局部战争，而且在美国与苏联核裁军协议的履行中发挥了重要监督作用。人类能平平安安地进入21世纪，也归功于那些默默工作的成像侦察卫星。

正是因为成像侦察卫星能用于战略情报收集、战术侦察、军备控制核查和打击效果评估等诸方面，研制和发射它的国家最多。日本早已对成像侦察卫星垂涎三尺，想利用先进的成像卫星技术搜集周边国家的情报。

以前受种种限制，日本主要利用本国民用的资源卫星和购买外国的高分辨率商用卫星图像进行情报分析，以及美国提供的导弹预警信息为军事服务。但是这样容易受到有关国家的限制，军事上很被动：向美法等国购买高分辨率商业卫星图片很费时，约需1~2个月时间，不能应付突发事件，而且容易暴露日本的战略意图；其次是在情报收集手段上受制于美国。另外还有一层日本不愿说出口的原因，那就是可用日本卫星获取的照片验证美国提供情报的可靠程度。

1998年8月31日，朝鲜发射的一枚"大浦洞"导弹从日本高空掠过，惊出日本一身冷汗，也为日本开发和发射光学成像侦察卫星找到借口。同年11月，日本政府以朝鲜导弹对日本安全构成威胁为由决定研制成像侦察卫星。此后，日本政府于2001年成立内阁卫星情报中心，专门负责管理日本的成像侦察卫星，以监视朝鲜导弹发射等设施的动向，还包括俄罗斯和中国的军事设施。

一番努力后，日本终于在2003年3月28日成功发射了第一颗光学成像侦察卫星——"光学"-1和第一颗雷达成像侦察卫星——"雷达"-1，可谓双管齐下，从而成为继美国、苏联、以色列和法国之后第5个拥有光学成像侦察卫星的国家，以及继美苏之后第三个拥有雷达成像侦察卫星的国家，在全球产生巨大反响。它们曾组队飞行在492千米的轨道上，每天经过朝鲜首都平壤上空一次。[链接1]

[链接]根据星载遥感器的不同，目前世界上的成像侦察卫星分为光学成像侦察卫星和雷达成像侦察卫星两类。光学成像侦察卫星上的侦察设备主要有可见光相机、红外相机和多光谱扫描仪等，其中红外相机可使卫星具有夜间侦察能力。雷达成像侦察卫星上的侦察设备主要有合成孔径雷达，能进行全天候、全天



▶成像卫星拍摄的1米（左）、0.7米分辨率的图片

时侦察。它们各有千秋，因而用途不一。光学成像侦察卫星的优点是空间分辨率高，但不能全天候、全天时进行侦察。而雷达成像侦察卫星反之，并有一定的穿透能力，从而能识别伪装，发现地下军事设施。其幅宽也比较大，时间分辨率较高，这对全面观测战区和侦察全球性军事动态有重要意义。从目前的技术水平来看，两者结合使用是最佳“搭档”。这也是日本同时研制和发射这两种成像侦察卫星的重要原因。

2003年11月29日，日本在发射第2颗光学成像侦察卫星和雷达成像侦察卫星时因火箭故障而箭毁星亡，因而没有命名为“光学”-2和“雷达”-2。此后，不再用“一箭两星”方式发射了，改用“一箭一星”方式，以免悲剧重演。

2006年9月11日，日本用H-2A成功发射了“光学”-2，仍属于日本第一代光学成像侦察卫星。卫星重约850千克，载有望远镜和数码相机，黑白摄影分辨率达1米，彩色摄影分辨率达5米。不过，该卫星的发射比原计划推迟了9个月，主要原因是卫星上有10个由美国公司制造的集成电路芯片出现问题，要全部换掉和验证其安全性，至少需6个月时间。对于美国在卫星零件上做“手脚”，日本情报机构很是恼火，认为这是美国政府始终对日本持有戒心，给其成像侦察卫星关键部件的研发设下了种种限制。为此，日本采用了间谍手段获取美国技术，后被美国发现，两国关系一时受到影响。

2007年2月24日，“光学”-3试验卫星和“雷达”-2上天，其中的“雷达”-2南北方向分辨率为1米，东西方向分辨率为3米，但上天一个月后就因电源发生故障而失效。

2009年11月28日，日本成功发射了“光学”-3卫星。它也是日本首颗第二代光学成像侦察卫星，具有更高的识别精度，分辨率由第一代的1米提高到0.6米，价值5.65亿美元。

加上今年发射的“光学”-4卫星，日本现在共有4颗光学成像侦察卫星在轨工作。不过，“光学”-3、4将陆续取代寿命到期的“光学”-1、2。

野心勃勃

日本把其成像侦察卫星称为情报收集卫星（IGS），由三菱重工公司研制，包括光学成像和雷达成像两种。

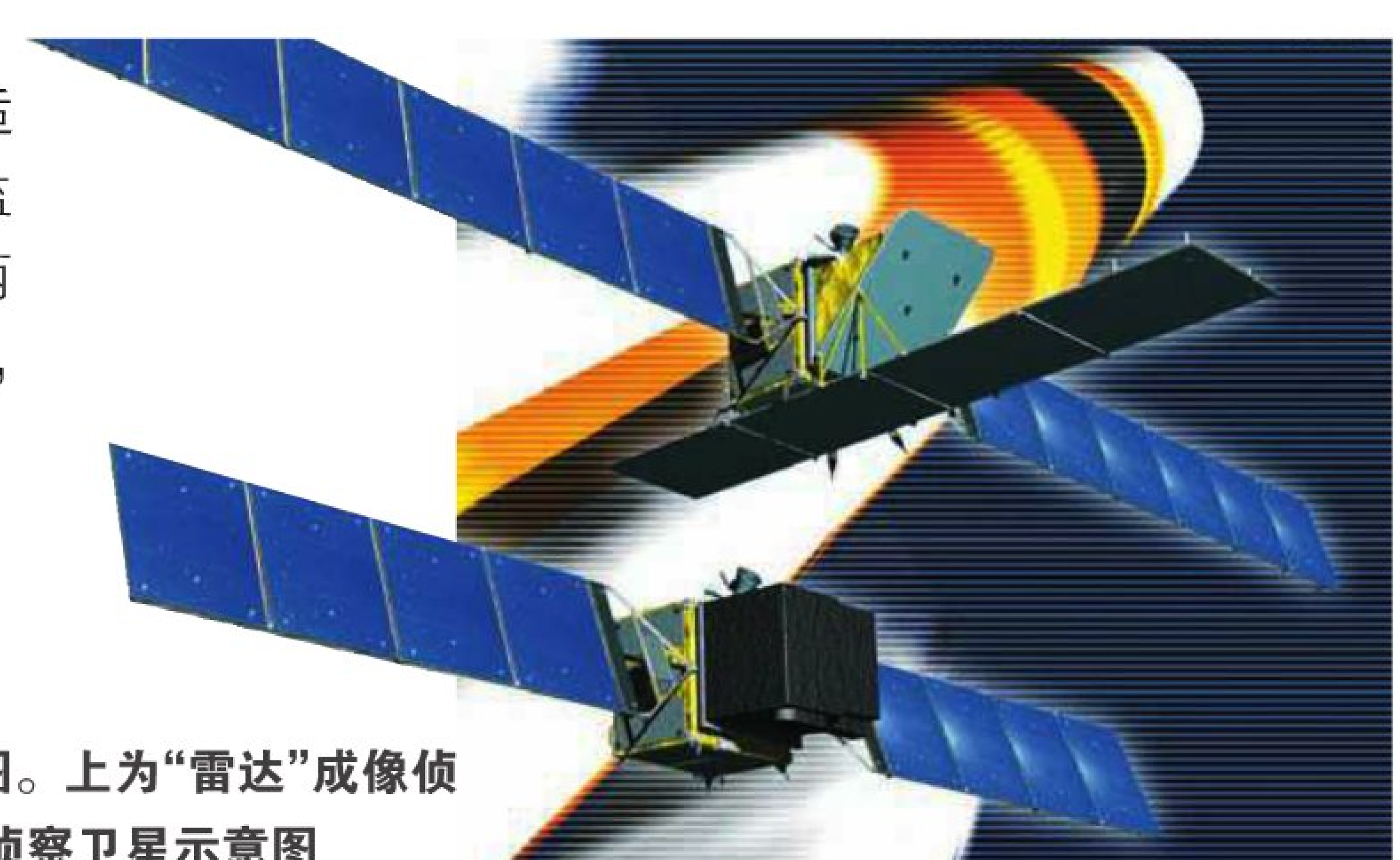
日本的目标是建成由两颗光学成像侦察卫星和两颗雷达成像侦察卫星组成的全球情报处理系统，保证每天在任何条件下可以对地球上任何地点至少侦察一次。其成像侦察卫星运行在太阳同步轨道上是为了进行全球侦察和监视。用一颗运行在400~600千米高的日本成像侦察卫星进行全球侦测需用48小时。如有两颗成像侦察卫星运行在相同地面轨迹的相对的两个点上，可使卫星的侦察周期缩短1半，即24小时。用两颗光学成像侦察卫星和两颗雷达成像侦察卫星组成2+2星座是日本成像侦察卫星系统的另一个特点。

采用星座侦察特别适合于对重点地区进行监视。通过同一地区先后两组卫星照片的对比分析，可从中发现军事设施或军事行动的变化情况。它使日本政府能够昼夜搜集周边国家情报，尤其是朝鲜核设施和导弹基地以及日本周边水域渔船的情报。

日本成像侦察卫星拍摄的图像信息由位于北海道苫小牧市、茨城县北浦町和鹿儿岛县阿久根市的3个地球站负责接收。地面站之间用光缆连接，最后汇集到东京新宿的主站——日本内阁卫星情报中心，那里的250名图像和情报分析人员很快就可以拿出判断意见来。

这些卫星的设计寿命为5年，每天由南向北绕地球飞行15~20圈。日本声称将主要用于侦察朝鲜。除了搜集“可能对日本造成国家安全威胁”的信息，比如朝鲜的导弹发射外，还搜集用于“危机处理”的周边事态信息，中国大陆和台湾海峡、朝鲜半岛以及俄罗斯远东部分等都是日本重点监视的地区。

不过，日本成像侦察卫星之路并不平坦。“雷达”-1雷达成像侦察卫星从2010年8月23日开始因故障停止运行，而原计划运行至2012年，出现故障后对日本在东亚地区的情报搜集工作造成了很大影响，因为其替换卫星——“雷达”-3在2011年才发射。所以，日本在很长一段时间没有雷达成像侦察卫星在

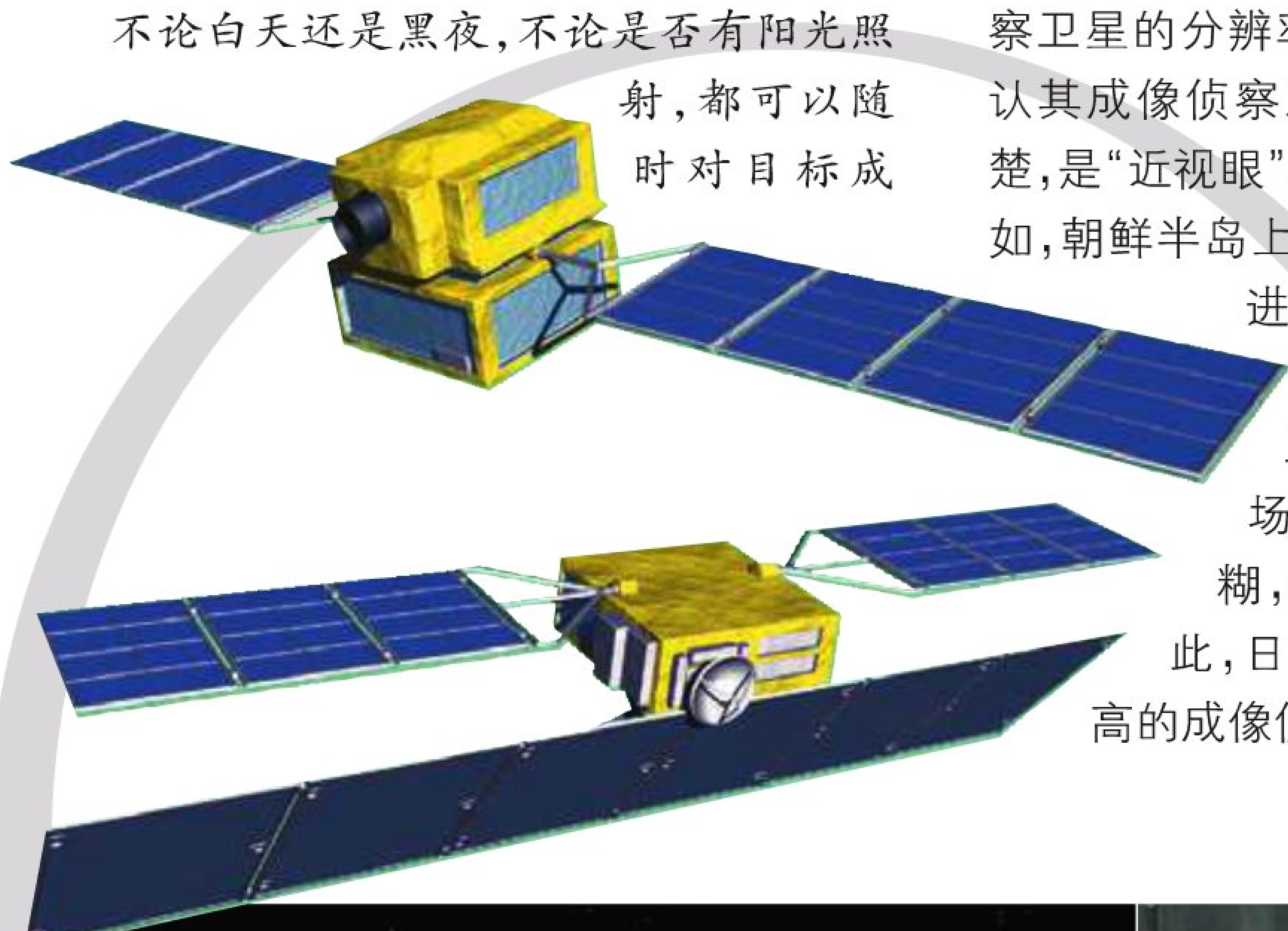


▶日本成像侦察卫星示意图。上为“雷达”成像侦察卫星，下为“光学”成像侦察卫星示意图

轨服役。

由于日本“雷达”–1、2卫星相继出现故障，目前在轨运行的只有2011年12月12日上天的“雷达”–3，因此日本全球情报处理系统尚未完全建成。日本政府2011年10月11日宣布，将于2012年发射“雷达”–4，届时日本就能实现2颗光学成像侦察卫星和2颗雷达成像侦察卫星同时在轨的目标。4颗成像侦察卫星协同工作，可使日本每天在任何时候至少有1颗卫星能够监视日本及周边国家，每隔5至6小时对日本周边地区监测一次。[链接2]

[链接2]雷达成像侦察卫星能进行全天候、全天时侦察，所以用途更广泛，但技术也更为复杂。其主要侦察设备是合成孔径雷达，它是将雷达沿其飞行轨迹移动接收到的信号(回波)组合起来，合成一副等效的特长天线，产生细节清晰可辨的雷达图像。换句话说，载有合成孔径雷达的卫星一边沿其轨迹高速移动一边接收和积累所发射的大量雷达脉冲的回波，模拟成一副非常大的雷达天线，其长度取决于卫星向前移动的距离，这种技术手段就是合成孔径。其分辨率较高，因为它是天线尺寸的函数。由于它是靠自身提供照射(雷达脉冲)，因此不论白天还是黑夜，不论是否有阳光照射，都可以随时对目标成像。而且，由于雷达的波长要比可见光、红外光的长得多，因此合成孔径雷达还能够透过云雾和烟尘“看到”地面目标，这一点是可见光和红外遥感器望尘莫及的。



欲当老大

成像侦察卫星集当代高科技于一体，是一个国家军事实力的象征，在近10多年的各种战争中，这种卫星在夺取战场信息优势、直接支援部队作战、提高武器装备作战效能等方面发挥的作用越来越大，已成为打赢现代高技术局部战争至关重要的装备。日本对成像侦察卫星格外青睐，认为可以成就其不甘居于经济大国地位，急欲成为政治大国、军事大国，在亚洲称王称霸的野心。

其实，日本在前两颗成像侦察卫星刚刚发射成功后就已不知足了，说自己的光学成像侦察卫星只能辨别1米大小的物体，仅可以辨认出是汽车，而美国的“锁眼”–12分辨率为0.1米，可辨认出汽车的种类。与美国目前在轨服役的“长曲棍球”雷达成像侦察卫星相比，日本的也有较大差距，美国的卫星分辨率为0.3米。另外，当时已在轨服役的欧洲“太阳神”–2和以色列“地平线”–5光学成像侦察卫星的分辨率均为0.5米。日本已承认其成像侦察卫星所拍摄的图像不清楚，是“近视眼”，难以确认实际情况。例如，朝鲜半岛上的一处水利建设工地曾进行了一次大规模爆破，日本的雷达成像侦察卫星先后两次对爆破现场进行了拍照，但照片模糊，看不出是否爆炸过。因此，日本正积极研制分辨率更高的成像侦察卫星。

作为二战战败国，日本发展成像侦察卫星曾受到限制，目前处于加速发展期：先是积极发展民用资源卫星，然后在政治环境有所松动时利用其先进的资源卫星技术快速发展成像侦察卫星。

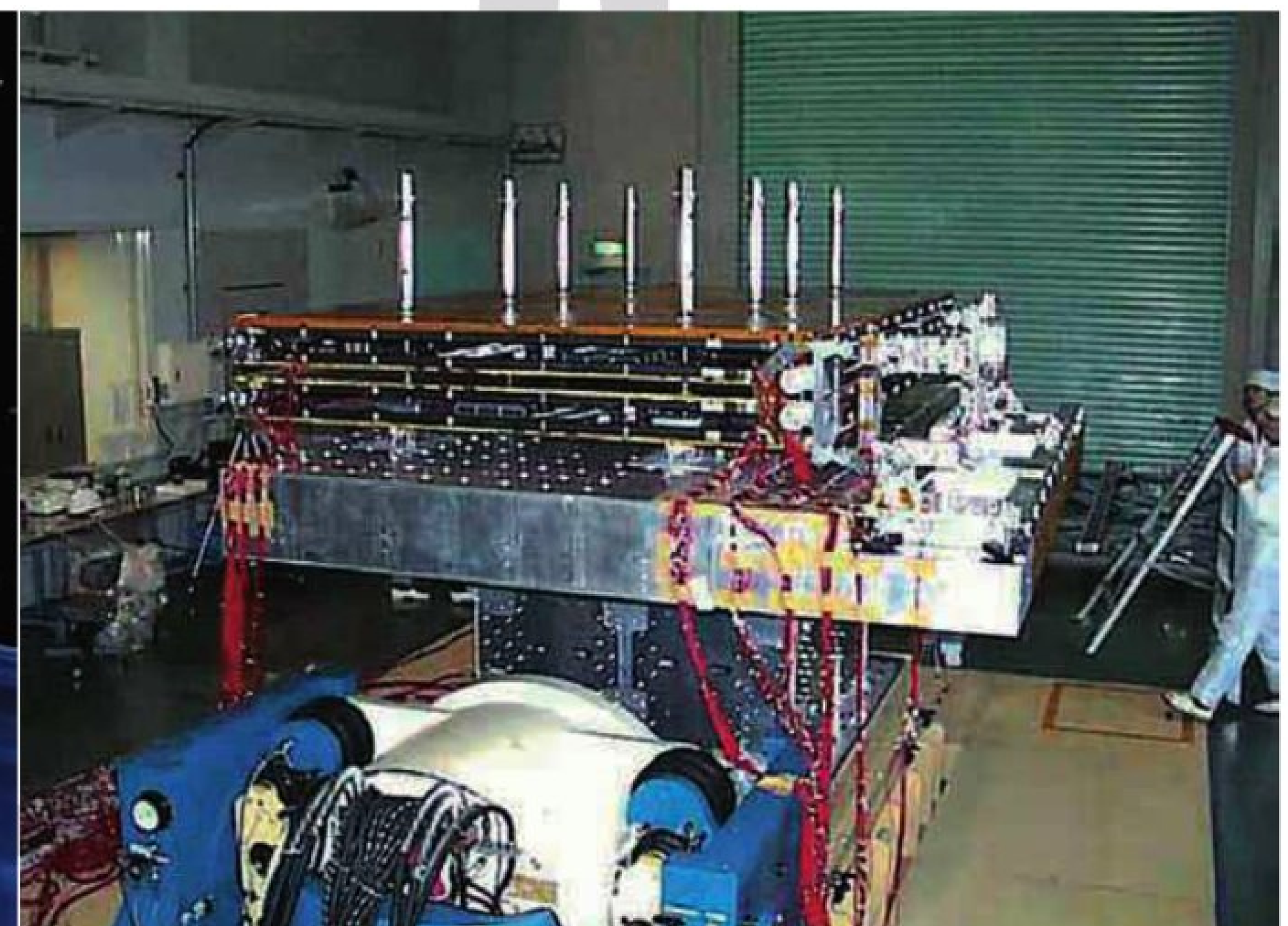
虽然日本经济发达，但资源贫乏，所以很重视资源卫星的研制与应用，尤其是“先进陆地观测卫星”较为先进。这为后来的成像侦察卫星研制奠定了坚实的基础。

日本成像侦察卫星平台技术继承了资源卫星的技术成果，并努力提高所需技术。例如，日本“先进陆地观测卫星”上全色立体测绘遥感器的空间分辨率为2.5米，在此基础上，日本第一代光学成像侦察卫星把立体测绘遥感器的分辨率提高到1米。“先进陆地观测卫星”携带的相控阵L波段合成孔径雷达分辨率为10米，日本第1代雷达侦察卫星在此基础上把合成孔径雷达的分辨率提高到3米。日本成像侦察卫星采用高增益的有源相控阵天线，因为成像侦察卫星的数据传输系统要求具有高速数据传输能力，同时在卫星自身的姿态改变时，具备适应性强的灵活天线。

虽然日本成像侦察卫星属于高度机密项目，很少透露技术内容和特点，但它主要是在日本“先进陆地观测卫星”基础上研制的，因此通过分析“先进陆地观测卫星”，可以加深对日本成像侦察卫星的了解。[链接3]

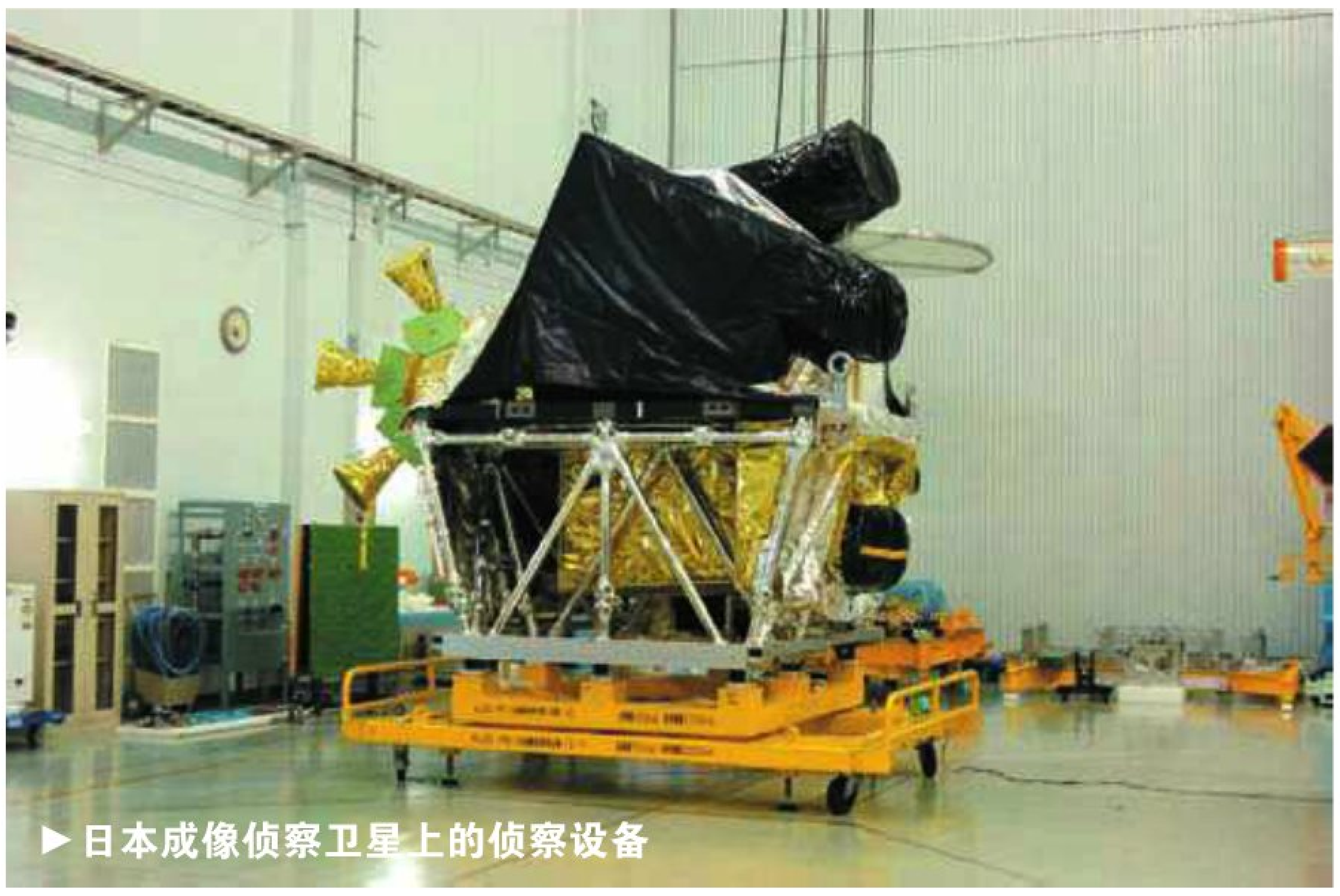
[链接]“先进陆地观测卫星”载有3个高性能的遥感器。其中的全色立体测绘遥感器有3个独立的望远镜(星下点、前向和后向)，能感知地表可见光和近红外线。它们沿轨方向获取影像，从三个不同角度拍摄，最后合成立体地图，其特点是不仅可进行高分辨率观测，还可同



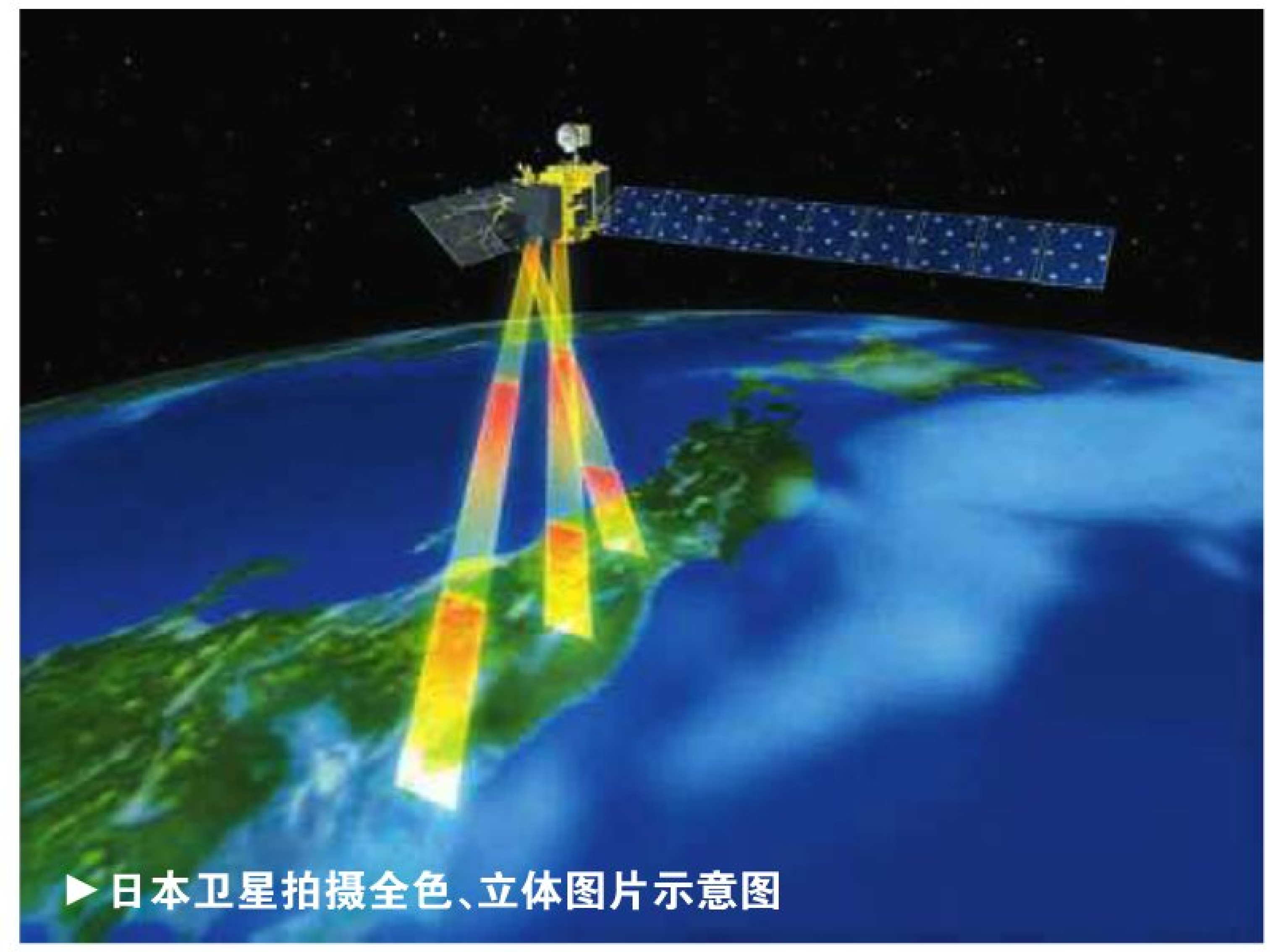


1
2 | 3

1、首批升空的日本“光学”–1和“雷达”–1成像侦察卫星示意图
2、日本“先进陆地观测卫星”示意图。日本成像侦察卫星借鉴了该民用卫星的技术
3、日本“先进陆地观测卫星”上的相控阵L波段合成孔径雷达在接受振动试验



▶日本成像侦察卫星上的侦察设备



▶日本卫星拍摄全色、立体图片示意图

时完成宽观测域的观测，所以观测效果非常好。另外，配置在正前方、正下方和正后方的3个光学系统同时进行观测，对高海拔情况下的采样精度仍然非常高。星上另两个遥感器分别为先进可见光与近红外辐射计-2和相控阵L波段合成孔径雷达，其中的L波段合成孔径雷达具有入射角为18°~55°、垂直于飞行轨迹的指向能力和3种工作模式，即高分辨率模式、扫描合成孔径雷达模式和低数据率模式。其特点是在L波段采用高分辨率、极化波进行观测，不受天气和昼夜变化的影响。

不过，日本成像侦察卫星所需的系统构成设计、光学敏感元件的支持装置、摄影用望远镜的驱动装置、图像数据压缩传输技术等等方面，目前还必须依赖于美国。所以，美国对日本成像侦察卫星的性能与弱点知道得一清二楚，日本还没有完全摆脱美国的控制。

关键指标

日本第一代和第二代成像侦察卫星的主要不同在于分辨率。分辨率指两个点光源彼此接近到能被分辨出的最小距离，是成像侦察卫星性能的一项重要指标，但是提高成像侦察卫星的分辨率技术十分复杂，是各成像侦察卫星研制国的核心机密。

简单讲，对于光学成像侦察卫星来讲，其运行轨道越高，分辨率就越低，所以，光学成像侦察卫星通常运行在近地轨道，有时甚至采用临时性降低轨道高度的方法来取得短期的更高分辨图像，以满足特殊需要。另外，相机的焦距越大，分辨率越高，这也是在生活中人们使用变焦相机摄影的原因。

对于雷达成像侦察卫星来讲，可工作在略高的低轨道上，但这就需要雷达成像卫星自身能提供足够高功率的雷达信号。提高其分辨率的方式主要有两种：一是采用短波长，二是增加天线口径。为此，可以提高雷达波的频率，缩短波长，但当频率增加到一定程度时，大气对雷达波的衰减和吸收特性就会表现得非常明显，从而影响雷达的正常工作；同样，雷达的天线口径也不可能无限增加，因为加大雷达口径不仅会增加工艺难度和成本，而且对发射卫星的运载器提出了新要求。目前，合成孔径雷达的分辨率最高达到0.3米。

不过，在实际应用中也并不是分辨率越高越好，因为有时太高的分辨率反而造成一叶遮目、不见森林的危险。为此，可根据识别、确认和详细描述侦察目标等需求来要求成像侦察卫星的分辨率。其中识别就是判断目标的类型或属性，可辨别是房屋还是卡车，它所需的分辨率是目标尺寸的1/5~1/7，如用于识别坦克，其分辨率应为1米。确认就是能从同类物体中区别出不同的型号，可区分是公共汽车还是小面包车，它所需的分辨率为目标尺寸的1/10，如用于确认坦克，其分辨率应为0.6米。详细描述就是能辩认目标的特征和细节，可看清军舰的舰首、舰尾等，它所需的分辨率是目标尺寸的1/30~ 1/60，如用于详细描述坦克，其分辨率应为0.2米。

日本现已开始研制第三代成像侦察卫星了，目的是强化监视朝鲜核设施，使成像侦察卫星小型化、轻量化，进一步提高机动性，在有限的最佳摄影瞬间，拍摄地面更多的图像。由于材料更轻、太阳能电池板效率更高等因素，日本第三代成像侦察卫星性能将得到大幅度提升，重量约1.2吨，体型要“苗条”不少，有助于提高拍摄效率。虽然它与第二代成像侦察卫星的分辨率相同，可以辨别停飞的战斗机是否搭载有导弹，出入基地的车辆属于什么种类等，但卫星小型化、轻量化以后机动速度提高了，使用更加灵活，只在朝鲜上空通过一次就可以完成所有拍摄工作。日本第三代成像侦察卫星何时发射还没有最后确定。[链接4]

[链接]成像侦察卫星的发展趋势是更多的使用雷达成像侦察卫星，并通过采用平板相控阵雷达天线等措施进一步提高其分辨率，采用新的分布式星座来缩短卫星的重访周期。光学成像卫星在获得高地面分辨率的同时，将继续扩大视场宽度，以提高卫星的时间分辨率。组建可实现全球覆盖的小型卫星星座，实施对任何目标的实时或近实时的侦察。发展星载超光谱遥感器，进一步扩展成像侦察范围，增加对隐蔽和伪装目标的识别能力。开发新型战术成像侦察技术，提高侦察技术的传送能力，实现成像侦察卫星从战略应用向战术应用扩展。发展小型、低成本和可应急发射的成像侦察卫星，它也可军民两用。建造军用和民用高分辨率遥感卫星混编星座，以提高对地观测的效率。研制同时载有光学成像和合成孔径雷达成像两种遥感器的成像侦察卫星。

日本是中国的近邻，近年来在日本的国家安全战略和军事战略中，均把中国列为其重要防范对象，并不断加强对中国的情报收集。可以说，日本发展成像侦察卫星，既有针对朝鲜的一面，更有防范中国的一面，随着其侦察卫星部署的完成，日本对中国的情报收集能力将空前提高，必将给中国的战略安全环境带来严重威胁。

[编辑/何懿]





观察家|Observer

俄罗斯核潜艇双雄展新技

根据俄罗斯海军目前的建造计划，在相当长的一段时间里，俄海军新建造和装备的潜艇将只有“北风之神”级战略核潜艇与“雅森”级多用途攻击核潜艇。这两级新型核潜艇的服役，使得俄海军潜艇部队的实力提升不少，艇载大量先进的新型技术设备也强烈吸引着全世界军事专家的眼球。

文/施征

[文章编码0212]

新一代核潜艇艇体材料

“雅森”级采用了新一代低磁性高强度钢用于艇体材料，这种钢每平方米厘米可承受高达120千克力以上的压力，这也意味着俄式攻击型核潜艇的下潜深度将继续超过“海狼”。“海狼”级的艇体材料为HY-100高强度钢，屈服强度为82千克力/厘米^2，下潜深度达到560~600米。而根据最新资料披露，第三艘也就是最后一艘“海狼”级使用了HY-130高强度钢，屈服强度为91千克力/厘米^2，下潜深度达到或接近640米。

潜深每增加100米，水面舰艇探测到的潜艇噪音辐射就会下降10分贝，水面舰艇的探测能力也同时下降16%，反潜武器的打击能力下降22%左右。因而增加潜深对于核潜艇隐蔽等性能是至关重要的。

新一代电子设备

“雅森”级在指挥舱设有全新的自动化作战情报指挥系统。该系统是“孔雀石”设计局、“革新家”设计局、52设计局以及海军所属的28研究院联合研制的，具有显示战场态势和信息，确定目标运动要素，进行本艇攻防及战术机动辅助决策，分析海洋水声环境，控制武器发射，确定射击阵位，自动解算多批目标运动要素，对本艇进行导航与躲避引导，模拟训练等众多功能。该系统从目标识别到攻击，一般只需10~15秒。

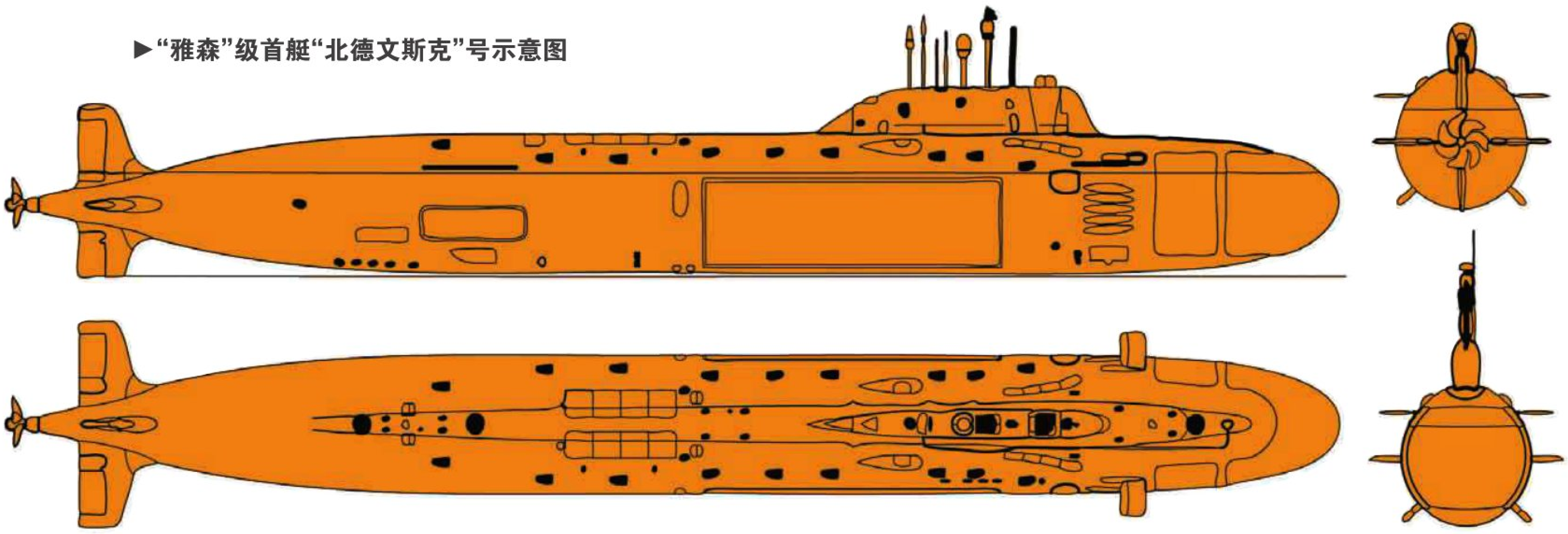
该系统还可通过参战潜艇的计算机联网，实现信息共享，有效地从水上、水下和陆上集中攻击敌舰艇。

除设有自动化的作战指挥系统外，潜艇操纵控制、动力系统、舰务系统都是全自动化的。

艇上采用了先进的自动操舵系统，可自动保持艇的稳定航向和稳定深度。

据称，新型的综合声呐系统“阿亚克斯”的有效作用距离为100千米，能适应多种水声环境，搜索能力大大提高。该系统包括艇首球阵主/被动搜索与攻击低频声呐、低频舷侧阵声呐、甚低频拖曳阵声呐（Skat-3型），另外还安装有测深仪、测冰仪、探雷和通信声呐等。该系统于80年代中期，由“红宝石”设计局进行研制。当“红宝石”设计局研制出“阿库松”2系统后，苏联海军立即将其装备在北方舰队的Y级K-403号核潜艇上进行相关的测试，一直持续

▶“雅森”级首艇“北德文斯克”号示意图





▶“雅森”级水上排水量5 900吨，水下排水量8 600吨，全长111米，宽12米，吃水8.4米，水面航速17节，水下最高航速28节。配有24枚SS-N-27“阿尔法”潜射巡航导弹，533毫米鱼雷发射管8个（鱼雷、SS-N-15反潜导弹共计30枚）

到90年代中后期才告结束，最终以该系统为基础设计完成了第四代综合声呐系统“阿亚克斯”。能够在手动与主动模式间进行切换，具备同时分析、跟踪多个目标的能力。

由于舰艇本身尺寸和结构的限制，使得声呐声孔径不能无限制地增加，美、俄等国的潜艇已使基阵的孔径几乎接近艇壳直径，使基阵增益达到最大。美国采取的措施是把潜艇的鱼雷发射管从艇首移到艇中部而且向外倾斜，把艇首空间全部让给声呐基阵。最大程度满足声孔径之后，还要继续考虑搜索范围。美国的AN/BQQ-5球阵共1 245个基元，可水平、垂直两维扫描，不仅扩展了水下观测范围，而且可以利用声场的垂直分布信息提高探测性能。这就是为什么俄罗斯在改造“雅森”级潜艇时将圆柱阵声呐也改装成球阵的原因。

艇上还采用了改进的综合导航系统，并采用静电陀螺仪、卫星导航、I波段搜索雷达和电子对抗警戒雷达。

核动力设备

俄罗斯为“雅森”级与“北风之神”级特意开始了新型的KTP-6型一体化压水反应堆的研制，俄罗斯下新城机械工程试验设计局负责，1995年进入试验阶段。但后来进度缓慢，这两级的首艇都未能安装上。KTP-6型与以前俄制核潜艇用的反应堆相比，尺寸更小，重量更轻，安全性和可靠性也大大提高。

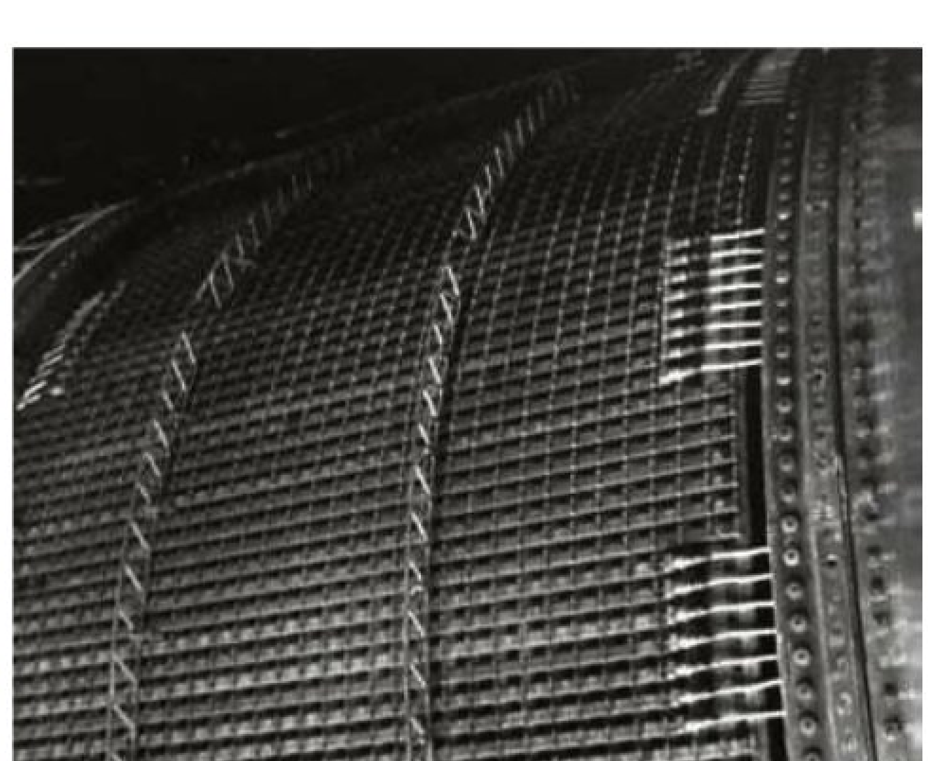
反应堆采用全新的电子监测系统进行综合检测、操纵和控制，具有高度自动化和智能化以及自动告警、紧急自动停车和自测等能力，最大功率31.6兆



▶“北风之神”级采用泵推进器



▶“北风之神”级核潜艇



▶“北德文斯克”号的舷侧基阵



▶“北德文斯克”号的艇首基阵



▶正在改装泵喷推进器的“基洛”级常规潜艇

瓦。和俄罗斯第三代核潜艇反应堆15年左右的寿命相比，这种新型反应堆的寿命长达30年以上。

由于这两种核潜艇的作战用途与吨位不一样，所以KTP-6型一体化压水反应堆又分成A、B二型，主要区别在功率上，其它方面大致一样。

泵喷推进器

目前，“北风之神”级采用了泵喷推进器，“雅森”级的首艇“北德文斯克”号虽然没有安装，但后续艇都将采用泵喷推进器。这是俄罗斯核潜艇的一大技术进步，更准备在常规潜艇上采用此项技术，目前已有一艘877型“基洛”级常规潜艇得到改装。

潜艇泵喷推进器不是真正意义上的喷水推进装置，它的外表像导管螺旋桨，水从导管首部流入，再由尾部喷出。它由固定叶片和十几片旋转侧斜叶片组成，而导管螺旋桨没有固定叶片。泵喷射推进的原理和抽水机几乎相同。

与采用七叶大侧斜螺旋桨相比，核潜艇采用泵喷推进器优势明显。首先是提高了推进效率，与艇体匹配良好的泵喷推进器，其推进效率可达0.8~0.85。其次是辐射噪声低。国内外研究和应用的结果表明：低航速时，泵喷推进器的低频线谱噪声比七叶大侧斜螺旋桨小15分贝以上，宽带谱声及总噪声下降10分贝以上。高航速下，泵喷推进器的降噪效果更为明显。第三，临界航速高。潜艇临界航速是指潜艇在一定潜深下推进器不产生空泡的航速。泵喷推进器采用减速导管和前置定子，使转子叶片处的进流场速度相对较低且更均匀，从而有效推迟了叶片梢涡空泡和桨叶空泡的产生，提高了潜艇的低噪声航速。

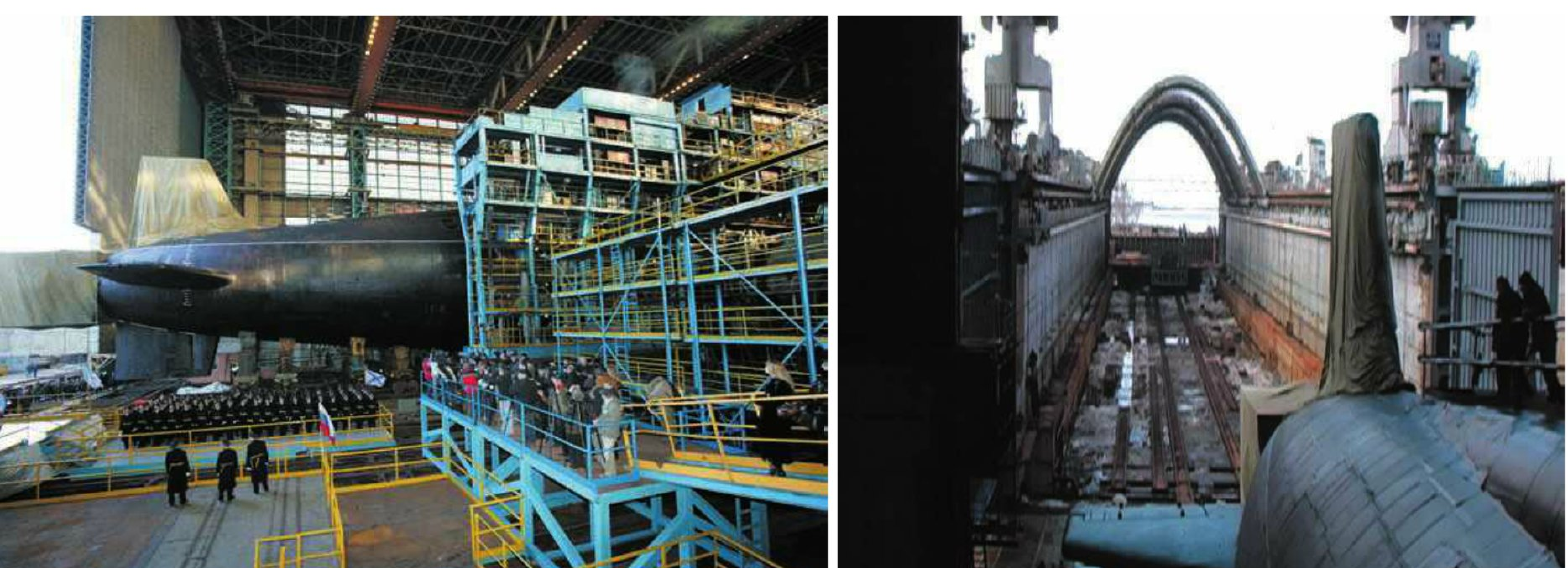
以美国“海狼”级攻击型核潜艇为例，该艇水下最高航速30节以上（有报道可达35节），水下30米时的低噪声航速大于20节，辐射噪声接近于海洋环境噪声，被美国官方称为当今世界上最安静、最快的潜艇。

消音瓦

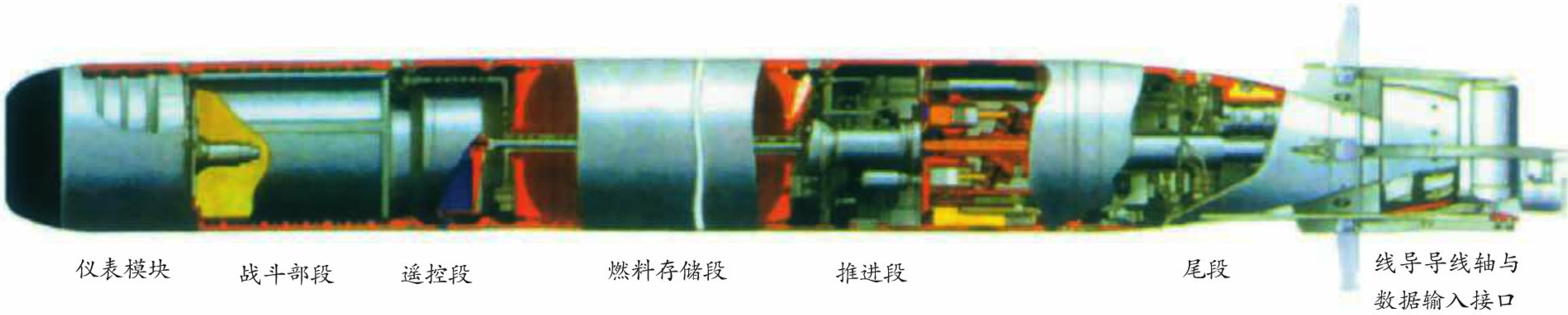
“雅森”级与“北风之神”级艇上装设的消声瓦为双层消声瓦，内层瓦是一种直径不同的多孔消声瓦，外层是整体式消声瓦。两层瓦均采用橡胶材料制成。同时为了减少因外部敷设消声瓦而增加的阻力，艇艏外壳还将装有厚度约50毫米的蒙皮。这是一种利用仿哺乳动物的表皮制成的整体式护皮，除了可以消声，还能降阻。

尽管消声瓦的技术现在已日渐成熟，应用也日趋普遍，但它仍有一些关键技术需要改进和提高，如粘贴术、消声瓦的厚薄与潜艇总体匹配技术等等，包括俄罗斯在内的各国均在加紧攻关克服。

俄罗斯有关方面自称其安装在核潜艇上的新一代消声瓦可以同时具备良好



▶在“北风之神”的首艇“尤里·多尔戈鲁基”的下水仪式上，泵喷推进器被包裹起来



▶UGST通用鱼雷结构示意图

的吸声和隔声性能，而且低频吸、隔声性能也较好地满足这两级核潜艇使用的需要。所以俄罗斯一直声称“雅森”级的静音效果等同于甚至优于美国“海狼”级，也不是空泛之谈，对此西方也极为难得地得出了相同结论。

武器系统

无论是“雅森”级还是“北风之神”级，其艇载发射装置都采用533毫米口径的多用途液压平衡式发射装置，而不是以前的650毫米口径，或是650毫米与533毫米混合搭载方式。

在此之前，“阿库拉”级各型艇上就装备了快速装填装置，管内武器发射后能够很快地再次装填，所以其武器再次发射速率要优于西方。

进入80年代中期之后，大量新型武器已经开始装备苏联海军潜艇部队。今日俄罗斯海军已全面淘汰了TEST-71型及M53-65K型鱼雷，取而代之的是新式的UGST型热动力鱼雷。

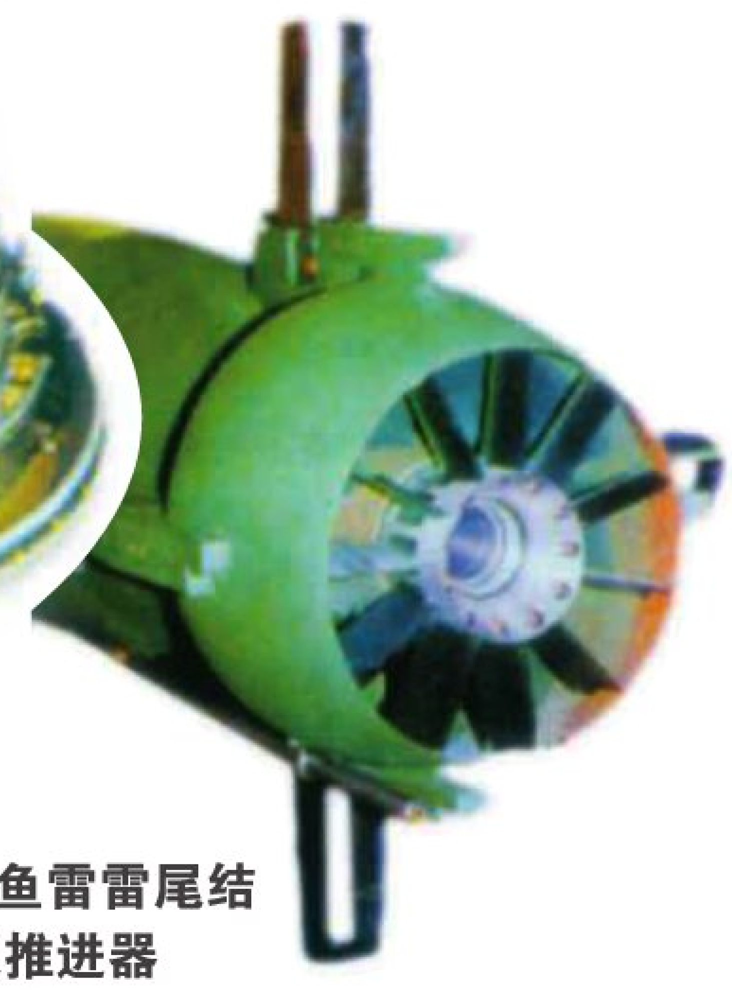
最先装备部队的是UGST-80型，直径533毫米，全长7.2米，重量为2 200千克，装药量为300千克，航速30~50节，射程在25~40千米，作战深度500米，确认航迹所需要时间为5.8分钟。

鱼雷采用线导+尾流自导+主、被动声自导的独特制导方式。声自导系统使用了带有可调扫描扇面区的平面接收发射基阵及多通道主动式水声探测基阵，自导系统能按几个通道工作，既可在深海，又可在浅海有效发现潜艇与水面舰艇，并引导鱼雷到目标壳体中心部位必要的距离上爆炸。该雷非触发引信的作用半径，反舰为2米，反潜为6~8米。

该雷装有线导系统，雷内线团导线长达25千米，艇上线团导线长5千米。



▶UGST鱼雷涡轮发动机



▶UGST鱼雷雷尾结构与泵推进器



▶UGST通用鱼雷

控制系统采用了先进的算法，使其具有了一定的人工智能，例如允许在复杂海上目标态势和敌方进行干扰的情况下同时有效地使用几条鱼雷攻击一个或几个目标。

UGST-80型鱼雷的出现是苏联鱼雷发展史上的一个转折点，它实现了鱼雷的通用化。从性能上看，它既能攻击水面舰艇也能攻击水下目标，并且有着非常强的抗干扰能力，总体性能超过了当时西方任何一个国家的同类产品，在世界上处于领先地位。

目前俄罗斯核潜艇装备的主要是UGST-90型鱼雷系列，性能更进一层，最大攻潜深达到650米，确认航迹需要的时间仅有4.2分钟。

动力系统由原来的“奥托”Ⅱ单组元液体燃料改进为“奥托”Ⅱ+HAP+海水的三组元燃料，大大提高了航速和射程等性能指标。

在反潜导弹方面，苏联海军潜艇部队在80年代中期开始大量换装91RE1型反潜导弹，该型导弹直径533毫米，全长7.8米，发射深度20~150米（*发射艇的船速在15节以下*）。当发射深度小于50米时，射程可达5~50千米。发射深度为150米时，射程可达5~35千米。

91RE1型反潜导弹的战斗部采用第三代APR-ME型高速小型鱼雷。该型鱼雷隐蔽性好，搜索目标时可保持无声状态，发现目标后能够迅速接近，不给对方任何逃脱的机会。另外在制导系统中采用了导程角瞄准法，命中率也得到了大幅提高。

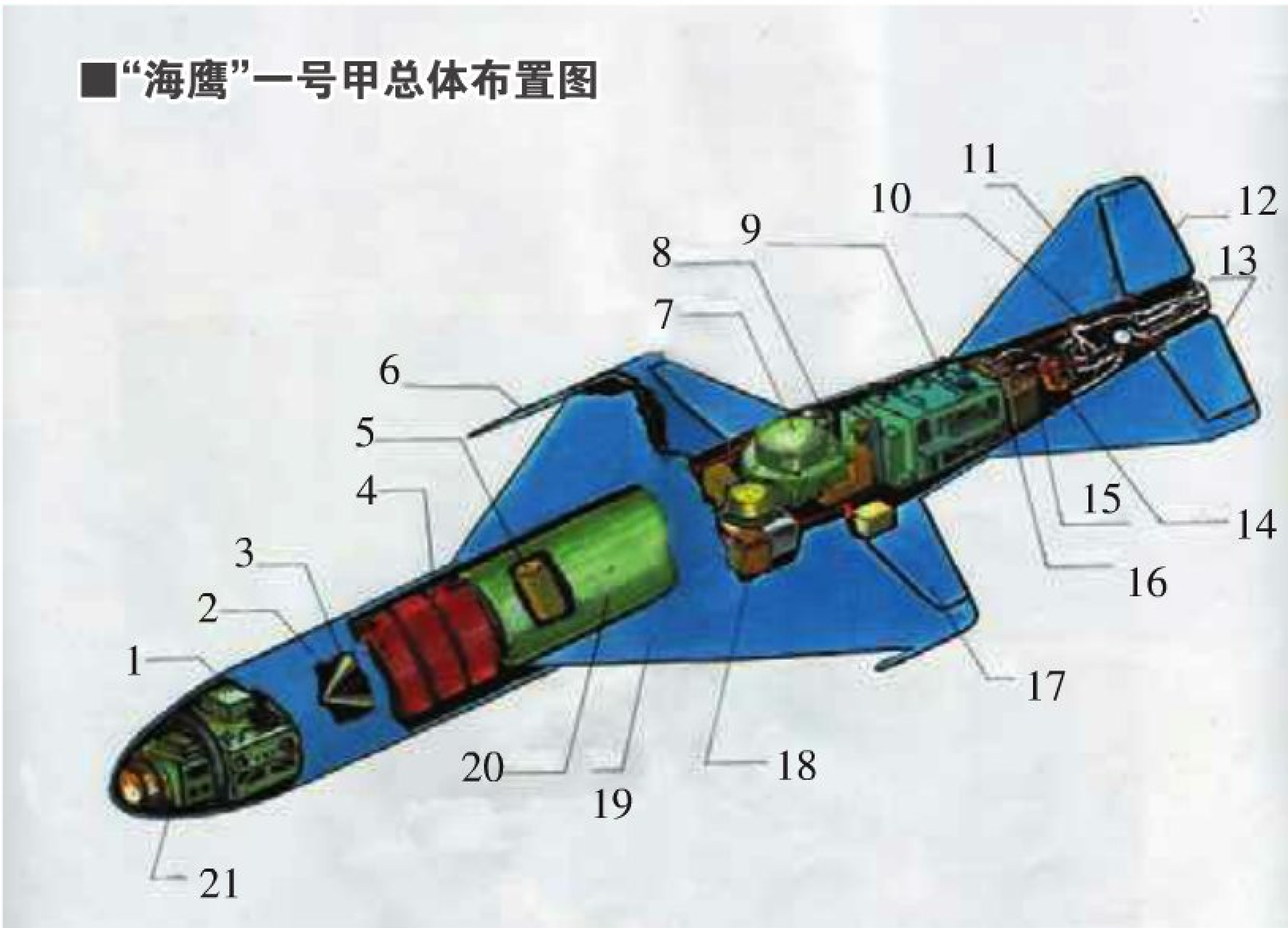
目前俄罗斯潜艇部队使用的则是更好的改进型91RE2/3型，最大发射深度达到300米，射程超过40千米。

[编辑/严晓峰]

“海鹰”系列海防导弹全记录

文/李韶华

[文章编码0213]



1.发射机 2.燃料箱 3.锥形体 4.战斗部 5.氧化剂过载箱 6.空气压力受感器 7.控制仪 8.无线电高度表 9.末制导雷达后机柜 10.发动机 11.尾翼 12.方向舵 13.升降舵 14.燃料过载箱 15.升降舵舵机 16.方向舵舵机 17.副翼 18.副翼舵机 19.弹翼 20.氧化剂箱 21.天线

编者按：在发展海防导弹事业过程中，中国是先有舰舰导弹，后有岸舰导弹的。“海鹰”系列导弹由“上游”导弹派生而来，由“舰上”，移至“岸上”，而后又发展为岸、舰通用的导弹。

岸舰“海鹰”一号导弹于20世纪70年代初在江西南昌飞机制造厂（现为中航工业洪都航空集团公司，简称洪都）研制成功，是我国第一个自行设计制造的海防导弹。定型成批生产的“海鹰”一号导弹曾大量装备我国大型现代化驱逐舰。

在“海鹰”系列的研制中，“科研、生产、使用”和“领导干部、技术人员、工人”两个“三结合”始终贯穿于研究、设计、试制、试验、生产、使用维护的全过程。继2011年第12期介绍“上游”导弹后，本期将继续打开这尘封已久的历史，回顾那段多少人为之呕心沥血，兢兢业业，贡献出全部智慧和力量的岁月。

研制方案的诞生

洪都从一开始就贯穿了“立足于仿制，着眼于自行设计”的指导思想。1963年底，当“上游”一号试制工作展开之后，洪都四〇办公室提出了在“上游”一号基础上进行改型的设想，立即得到厂领导的赞同。厂党委书记吴清明、厂长冯安国亲自布置了任务。为此，四〇办公室立即成立了新方案论证组（409组）。

1964年2月，三机部（全称“第三机械工业部”，主管航空）副部长刘鼎在洪都检查工作时，也要求洪都在抓紧吃透“上游”一号的基础上进一步改进。于是，方案设计工作加快了步伐。

当时，曾提出空舰、岸舰、舰舰等多种方案。在外访中，海军提出希望将“上游”一号搬到岸上，并提出了具体要求。于是，岸舰“海鹰”一号导弹有了一个比较成熟的方案。在总体方案设计过程中，得到了海军、五机部（主管兵器）、四机部（主管电子）、七机部（1964年以国防部五院为基础增设第七机械工业部，主管洲际导弹和航天）、十院等单位的大力支持。

1964年底，洪都上报了初步总体方案。1965年2月，三机部正式下达了岸舰“海鹰”二号的研制任务。方案设计中，主要是针对射程加大后，引起总体、系统、结构等方面一系列问题进行了考虑。

当时抗美援越的战备形势逼人，美国的战争升级将战火引向北越，直接威胁着我国南大门。中央及时提出：“两弹为主，导弹第一”，并成立了中央军委专委专门抓导弹研制生产。

1965年4月，刘鼎专程到洪都传达上级指示精神：“导弹设计改型问题，中央提出要千方百计设法动员工厂、研究单位科技人员，搞出给敌人空海军优势狠狠打击的东西。现在工办赵尔陆主任亲自出马，要三机部、七机部把方案都拿出来。”

1965年4月23日，在北京召开了岸舰飞航式导弹“海鹰”二号武器系统技术方案审定会议（代号423会议）。在国防工办和七机部主持下，4月21~26日先在七机部三院开了预备会议。接着在京西宾馆召开了有42个单位参加的正式会议，于5月6日胜利完成了岸舰“海鹰”二号研制方案的审订任务。国防工办主任赵尔陆、七机部副部长刘有光、三机部副部长刘鼎、四机部副部长王诤、海装技术部部长远征等参加了会议并讲了话，会议由七机部副部长钱学森主持。

赵尔陆传达了国家主席刘少奇要“尽快拿出岸舰导弹，打击敌人的海空优势”的指示。

会议按照要更快更好地拿出岸舰导弹的要求，对七机部三院和洪都的两个方案进行了反复的讨论，最后确定以洪都厂提出的1966年底进靶场进行飞行试验的方案为标杆，安排进度。

会议以设计、生产、使用三结合的形式，充分调动了各方面的积极性。按经过讨论的战术技术指标要求，相对于“上游”一号要采取18项措施，其中加大航程的措施7项，保证导弹命中概率的措施7项，提高作战威力的措施2项。如射程加大后，为了减轻主发动机的负担，要求重新研制助推器，将其总冲提高到55吨秒。282厂主动挑起了这副担子。驾驶仪系统要求将航向的稳定精度提高30%，由119厂负责研制。又如地面跟踪雷达，原想把“上游”一号的“浪谷”雷达搬到岸上，786厂在会上介绍了炮瞄雷达性能，一致认为比原方案好。发射架的研制由六机部（主管造船）提供。

会议确定由七机部三院负责整个武器系统抓总，洪都厂负责弹体和弹上分系统设计及技术协调。

根据423会议确定的进度，洪都厂进行了“海鹰”二号的风洞试验，回路数学模拟、半实物模拟和弹道计算，及时确定了控制和制导系统参数，在弹道各特征点上，尽量使其控制指标和稳定指标，接近或优于“上游”一号。11月份，召开了武器系统协调会议，进一步落实签订了技术协议。

由于三院对分工问题持异议，1965年6月6日，三院政委郁文、副院长梁守槃、三院三部政委黄毅、副主任杨晋等一行8人来洪都厂商谈“海鹰”二号试制中有关问题。三院就分工问题提出了10个问题，结果8个问题未取得一致意见。

1965年9月，三机部转发的国防工办（65）办七字449号文确定的关于“海鹰”二号产品统一管理、分工协作的暂行办法，进一步明确三机部负责导弹及相应测试设备的设计、试制和总

装，并负责与弹上配套成件的技术协调。同文决定，七机部三院也开展“海鹰”三号的研制。1966年，“海鹰”二号正式改名为“海鹰”一号，“海鹰”三号改名为“海鹰”二号。

研制经过

423会议后，洪都厂上报的试制总方案，吸取了“上游”一号仿制中的成功经验，充分利用已有的技术物质条件，使创造寓于继承之中。这也是开展“海鹰”一号研制的基础与原则。新研制的助推器，借用“上游”一号的约30%零件；弹体零组件有79.5%与“上游”一号相同，从而大大地缩短了研制周期。

与“上游”一号相比，弹上系统设计更改主要有：弹身长度增加了760毫米，动力装置推进剂增加64%，主发动机工作时间由150秒增至275秒，第二级推力增至590千克，助推器总冲不小于55吨秒，由于弹身长度及重量的增加，对弹翼位置进行了相应调整。为满足发射条件的改变，弹上控制系统参数相应改变，取消了驾驶仪的倾斜随动系统。根据武器系统设计要求，将滑块由凸块截面改为凹槽截面。取消了剪切销，地面分离插头由一个63孔的改为两个39孔。

在方案设计过程中，听取了有关专家的咨询，如三院梁守槃副院长提出，由于弹体长度加长可能引起刚度变化的问题。所以，较仔细进行了全弹结构刚度以及全弹地面共振试验。由于当初对发射架与导弹之间的强迫振动问题缺乏认识，抓总单位只提出弹与武器系统的精度分配及结构电器协调要求，从未提及弹架刚度协调要求，从而形成弹、架设计工作各干各的局面。致使这样一个复杂的强迫振动问题，成了无人过问的“边缘”问题，结果导致“海鹰”一号导弹飞行试验，经历了四年艰苦、曲折的历程，才取得成功。

同样，对“海鹰”一号雷达天线回调角设计也有个认识过程。开始只认识到“海鹰”一号与“上游”一号有差异，加之更改回调角需涉及到雷达的变动，故仍按“上游”一号未动。结果，在飞行试验中出现过近弹。于是才下决心改变了回调角范围，增加了回调角装定机构，使问题得到了圆满解决。

洪都厂零批10发产品于1965年7月投产，1966年2月顺利完成了全弹静力试验。至1966年11月底，按423会议确定的进度，经过19个月的奋战，产品准时进入靶场。

首次飞行试验，第一发弹飞行正常，但雷达没有捕捉目标，飞了最大航程。第二发弹也是如此。

突破关键，取得成功

1967年7月，由国防科委与工办主持，在北京召开了“海鹰”一号研制工作汇报会，主要是进行故障分析，并要求加快研制过程，力争1967年定型。


▷引信装配工段一角


▷科研人员在检查助推器质量

会后，采取了截短发射架导轨，在雷达减振器上增加限动片等措施。1967年9月，继续进行试验，结果仅一发命中，有一发因天线回调角问题成了近弹，另一发又出现了雷达不捕捉目标的故障。当时正值“文革”动乱，大部分科技人员被下放到车间当工人，严重削弱了设计研制力量，影响了故障分析工作。结果1968年10月试验的两发弹又因雷达出现了以前的故障而未命中。

弹架强迫振动，涉及到冲击与振动测量数据处理，弹架涉及振动特性及动力响应分析等方面，在当时这些方面的工作在国内还刚开始，在实验与理论研究上尚需时间。但首当其冲的是成件与振动环境的协调问题，需要采取综合治理办法来解决。

经过1967~1969年14发弹的飞行试验，发现弹体自由状态垂直弯曲振动频率散布较大，有的成件安装间隙也偏小。因此，决定增加弹体刚度，加大成件的安装间隙，并取消雷达减震器限动片等。

1970年9至10月，进行了7发弹的飞行试验，结果7发4中，虽有3发未中，但雷达的重复故障已消除，说明采取的措施有效。

1972年5月，小批生产的“海鹰”一号中抽出3发弹进行了考核试验，结果3发均直接命中目标。

通过零批至二批导弹的生产和8次飞行试验，生产所需的技术资料已齐全，完成了重大设计更改8项。其中包括将氧化剂过载箱后移，以改善氧化剂系统供油条件；增加末制导雷达天线回调角装定机构；地面电气连接插头由一个改为两个等。

1973年10月，定型检查组到洪都厂检查，认为图纸、资料、工装等均已具备设计定型条件。虽未建独立生产线，设备和生产面积也需补充，但可以先生产定型，待后逐步完善。关于雷达抗干扰能力较差，以及导弹平飞段掉高、标准化和采用茧式包装等问题，可在定型后进一步研究解决。

1973年12月，在北京召开了“海鹰”一号导弹设计、生产定型会议。定型组组长、海军副参谋长刘华清等有关领导出席了会议。

1974年8月，海军军工产品定型委员会以(74)海定字第314号文正式批准“海鹰”一号岸舰导弹设计、生产定型。

通过研制“海鹰”一号，使科研人员进一步认识到导弹武器系统是个复杂的系统工程，理论和实践的统一总要有个过程，


▷装配ZJ-7导弹射击指挥仪

一蹴而就的想法是不符合实际的。同时，通过“海鹰”一号的研制，锻炼了研制队伍，为新品开拓打下了扎实的基础。

舰用“海鹰”一号研制获成功

1967年3月，六机部在北京召开了四型舰艇设计技术协调会，确定将“海鹰”一号改为舰载，为我国自行设计第一代导弹驱逐舰（051舰）列装。同年7月，三机部下达了“海鹰”一号正式装舰任务。

1968年3月，由三院主持召开了051舰导弹武器系统方案论证会。根据会议对导弹提出的战术技术指标，进行总体方案论证，并进行了补充吹风试验和弹道计算，验证导弹在大攻角、大侧滑角下的飞行和进行横向发射的可行性。

舰舰“海鹰”一号与岸舰“海鹰”一号的差别，在于受舰面雷达视距限制，将导弹最大有效射程减小，对雷达个别分机线路及部分参数进行了更改，驾驶仪增加了倾斜随动系统，弹体滑块增加侧止档和剪切销装置以及弹上电气系统的相应更改。

另外，051舰导弹使用环境、温湿度范围要求高，但考虑到实际情况，仍先沿用“海鹰”一号有关要求，待经过实际测量及摸底试验后再进行更改。

按照研制程序，先在改装的202舰上发射模型弹。1968年底202舰改装完毕，在旅顺发射了两发舰用“海鹰”一号模拟弹，验证了导弹可以实施横向发射的分析结论。

1971年9月，国产051首舰为考核发射装置性能，在大连成功地发射了两发模拟弹。

1973年9月，051首舰（舷号105）导弹武器系统进行了实弹发射试验，分别对固定、活动靶各发射一发，齐射两发，结果取得了4发4中的好成绩。

当时的中共中央副主席叶剑英、李德生等领导，专程从北京去锦西观看了飞行试验，并且在葫芦岛码头接见了全体参试人员，勉励大家搞好“三结合”，设计出新产品。

接着，在051舰装弹航行运载试验中，发现弹上带减震器的成件，在低频5.5~15赫兹频段响应较大，最大响应发生在舰速24节时。为此，采取换装减震器的措施，提高了成件自振频率，避开了共振。

1975年8~10月，先后在青岛和锦西，进行导弹低海情运输振动测量和飞行试验，两发直接命中，一发提前落水，证明减震器改装措施可行，舰用“海鹰”一号可以在14~28节舰速下运载和发射。

舰用“海鹰”一号导弹，从1968~1975年，先后进行了5次试验，共发射了13发导弹，较顺利地达到了试验目的，取得了预计的结果。

1975年12月，海定委在南昌主持召开了“海鹰”一号舰用导弹设计定型审查会，同意设计定型。对于使用环境（温度、湿度、海情、冲击等）要求暂按现行指标定型。关于高海情下雷达抗海浪问题以及-30℃~50℃的环境温度要求和运输试验等11个问题，会议同意作为遗留问题会后继续不断改进完善。

1976年1月，国务院、中央军委常规装备发展领导小组，同意“海鹰”一号舰用导弹设计定型。

早在1971年，海军就提出，为了减少型号，部队使用维护方便，有利战备，希望将岸舰“海鹰”一号及舰舰“海鹰”一号统改为舰用“海鹰”一号。1974年在军委批复051舰导弹武器系统战术技术指标时又提出了通用要求，主要是雷达、驾驶仪、滑块以及电气等方面的协调一致。经过几年努力，1978年开始，工厂生产的舰用“海鹰”一号已完全达到了岸舰与舰舰通用。

“三改”结硕果　研制舰用“海鹰”一号甲

为提高““海鹰””一号导弹的战术技术性能，满足新条件下的海战需要，上级机关在1981年召开的“815”会议上，就提出提高抗电子干扰及抗海浪杂波干扰能力、导弹平飞高度降至50米以下、增加扇面发射功能，即“三改”的要求。

1983年5月，总参、国防科工委下达通知，要求各工业部门对051舰技术改造进行论证，力争1986年第一艘051改造完成。

为贯彻总参谋部、国防科工委的通知精神，落实舰用“海鹰”一号的三项改进（降低导弹平飞高度，装频率捷变雷达，扩大导弹的射界）要求。1983年7月，航空工业部和海军主持召开了舰用“海鹰”一号改进型导弹方案论证和技术协调会。

会上，洪都厂介绍了舰用“海鹰”一号改进型研制总方案，导弹扇面发射方案；781厂介绍了频率捷变雷达设计研制试验情况；119厂介绍了自动驾驶仪改进方案的准备情况。会议认真讨论了改进研制总方案，进行了专业对口技术协调和进度协调，签订了频率捷变雷达和自动驾驶仪、发动机及武器系统等技术协议。

会议确定了舰用“海鹰”一号改进型导弹研制试验方案和进度。1984年四季度完成4发弹研制性飞行试验，1985年三季度完成3发弹鉴定性飞行试验，并确定了频率捷变雷达、自动驾驶仪和全弹地面试验项目。

为了保证研制试验进度要求和节省经费，研制性飞行试验确定在北海舰队109舰上进行（该舰已换装能装订导弹扇面发射角功能的指挥仪）。

航控联（1985）1541号文确定，舰用“海鹰”一号改进型导弹命名为舰用“海鹰”一号甲导弹。

会后，洪都厂针对三项设计改进进一步进行了试验、计算和技术协调工作。为满足无线电高度表测高范围和测高精度的要求，经过调研，决定采用263丙无线电高度表代替原气压式高度表和膜盒式垂直速度传感器。平飞高度降低，导弹法向负过载加大，将影响动力系统氧化剂的正常供给，故从两个方面提出解决措施。一方面在弹道和控制回路设计中，采用新的程序信号形式并选择合适的数值，调整二号指令前的垂直速度传动比，另一方面，进行能承受大负过载的新氧化剂箱的论证、

设计、制造，换装新氧化剂箱。最后确定采用换装新氧化剂箱措施，较好地满足了大负过载的要求。为实现扇面发射，研究了扇面角的装订方案和与射击指挥仪的接口关系，确定在驾驶仪中增装一个装订电位计。为了扩大扇面角和防止扇面发射时初始段可能发生较大的滚动，对方向舵和副翼舵机采取了交连措施，使最大扇面角由原来在有干扰时达到20°增大到30°。经回路分析，调整了助推器脱落至一号指令的滚动角速度传动比和自控段的航向角度传动比。

原舰用“海鹰”一号装的LM-1雷达系隐蔽圆锥扫瞄雷达，主要问题是：抗有源干扰性能差和三级海情以上捕捉海浪。频率捷变雷达的优点是：能抗瞄准式干扰，抗倒相干扰和回答式干扰，抗距离拖曳，能有效地抑制海浪杂波。

在研制过程中，各系统的技术协调工作做得比较充分，不但对导弹研制总方案进行了充分论证，而且对全弹各系统的技术协调工作做得深入细致。如频率捷变雷达与弹体结构对接协调，先后进行了两次，对出现的问题，双方都积极采取措施，做到了装配协调。导弹扇面发射角功能指挥仪与自动驾驶仪前置航向角装订系统的对接联调，专门召开会议进行研究，做到了协调、稳定、可靠。

“海鹰”一号甲从研制设计开始就严把质量关，从成件制造到飞行试验过程中的每个环节都把质量放在第一位。如119厂在自动驾驶仪生产中严把零件加工、总调、总装三个关，零件加工中，严格控制超差品。总调时，尽量把参数调到中值。因此，自动驾驶仪在总装测试、技术阵地检测、弹架协调到飞行试验，没有出任何故障。781厂对频率捷变雷达生产制订了质量保证措施，提出了提高质量的十条规定，主要是加强筛选、检验和管理。这次试验中，雷达故障之少，是历次研制性试验所少见的。洪都厂在总装测试过程中，首先制定了“海鹰”一号甲的工作程序和工作标准，使每项工作都有检查标准，大大提高了工作质量。在生产过程中，对故障品处理都要经过严格分析研究、采取有效措施加以排除。例如有一发产品发现下带板与下纵梁处铆钉边距小，因是受力很集中的部位，因此进行了加强。

在总装测试完毕后，洪都厂又及时请领导机关及有关成件厂参加质量评审会，对产品的质量进行全面分析，并指出一些需要进一步采取措施的薄弱环节和问题。在发射阵地，每发弹检测完毕，送发射阵地前都要召开质量分析会，各系统确认没有问题，才送往发射阵地。

1985年7月至9月，在海军试验基地进行靶场飞行试验，取得4发4中的好成绩。同年11月，航空工业部与海军装备


▶测试频率捷变雷达

部、电子工业部、航天工业部在南昌召开了舰用“海鹰”一号甲试验总结会。会议认为舰用“海鹰”一号甲，首次飞行试验取得4发4中的成绩，为海防导弹研制性试验前所未有。装频率捷变雷达末制导在我国战术导弹上首先实现±30°扇面发射，这说明“海鹰”一号甲在技术上的成熟性、可靠性和先进性。并确认，“海鹰”一号甲在技术上取得了重大突破：频率捷变雷达具有四抗性能（抗海浪、抗杂波、抗同频异步、抗距离拖曳）；无线电高度表使导弹稳定在50米高度平飞，提高了导弹突防能力；±30°的扇面发射角，扩展了射击范围，提高了发射机率，有利于捕捉战机，改善了舰艇的作战性能。

原研制程序还安排3发弹进行鉴定飞行试验。鉴于前4发试验已是全中，会议决定不再进行了，所余3发弹留作他用。

舰用“海鹰”一号甲导弹从方案论证技术协调会到鉴定性飞行试验仅用了两年时间，在这样短暂时间的情况下，取得这样好的成绩，获得这样高的经济效益，是参试单位和参试人员奋发图强、团结协作的结果。

综观洪都海防导弹的发展历程，不难看出，海防导弹的发展是在仿制“上游”一号导弹基础上起步的。但在当时既无苏联专家帮助，又无国内导弹研制经验可借鉴的情况下，消化吸收引进技术的同时，开展反设计工作，不照抄照搬苏联资料，而是坚持实事求是的科学态度，边学边干边创新，在仿制“上游”一号的同时，就开展了岸舰“海鹰”一号的自行设计研制工作。

在海防导弹发展中，洪都不仅坚持工厂搞设计，而且坚持从实际出发，结合海军需要，勇于在设计上不断创新。“海鹰”一号的研制就是在“上游”一号基础上的创新，也是对“上游”一号的继承，它标志着我国海防导弹由仿制走向自行设计的良好开端。

[编辑/秦蓁]


▶导弹发射装置打开舱盖


▶试验时，导弹命中3 000吨级退役驱逐舰

[文章编码0214]

德M88、汉阳造步枪与毛瑟的纠结(上)

文·图/马式曾 孙成智



▼彼得·毛瑟

[编者按]刊登此文，是把沿袭100多年的德商忽悠以及国内知名出版物的错误纠正过来！并首次提出中国革命兵器文化印记问题！

[引子]1991年12月，军事科学出版社的《中国军事百科全书—轻武器分册》第47页毛瑟步枪条目中写道：1884年后“又加以改进，口径减小为7.92毫米……定名为1888年式毛瑟步枪”；1997年6月，兵器工业出版社的《世界轻武器手册》第1419页中写道：“毛瑟1888式7.92毫米步枪，由彼得·保罗·毛瑟1888年设计，毛瑟兵工厂制造………”；1998年4月，国防工业出版社的《中国近代兵器工业概况》第30页中写道：“M1888毛瑟枪是……”；2007年7月，中国大百科全书出版社的《中国大百科全书——军事》第621页中写道：“德国发射无烟火药枪弹的1888年式7.92毫米毛瑟步枪……”。经查，这些出版物中，把德国M1888步枪(简称M88)归并到毛瑟M1871、M71/84、M1898、M1924的步枪系列里，这是个谬误，因为M88步枪与毛瑟系列步枪根本无关。

但是在中国的特定历史下，在德国不怎样的M88步枪竟然成了中国革命兵器文化印记！

欲知细节，请见下文。

M88已成为中国革命兵器历史文化印记

枪械是普及型的基础兵器，步枪是枪械的基础，是枪械的代表，是国家武力的象征。在中国使用过的诸多口径、国别和型号杂乱步枪中，为什么德国M88步枪成为了中国解放前兵器文化的历史印记?

瞻仰武汉湖北省总工会大院内的“辛亥武昌起义工程营发难处”纪念碑：由麻石雕刻的三把步枪组成。步枪原型是德国M88步枪。

瞻仰江西省南昌市市中心人民广场南端的八一南昌起义纪念塔：塔顶由直立的花岗石雕成的步枪和红色花岗石拼贴的中国人民解放军军旗组成。可以看出步枪原型是德国M88步枪。

瞻仰北京天安门广场中心的人民英雄纪念碑：下层金刚座束腰部八块巨大的汉白玉浮雕，生动概括地表现出我国近百年来人民革命的伟大史实。其中“武昌起义”中可以明显看出步枪原型是M88步枪，在“南昌起义”、“抗日游击战争”、“胜利渡长江”三块浮雕中都有步枪出现，依据历史情况判断，德国M88步枪仍然是其原型之一。

可以说，中国购买的德国M88步枪和其仿制品伴随了中国革命历史。它是中国现代革命历史进程的见证者，是辛亥革命起义军，红军、八路军和解放军最忠实的战友；它与八一军旗同辉，见证了中国革命军队和人民武装的成长；它是正义的利器，成为中国兵器文化的印记。

回顾特定的中国历史，解放前的中国枪械，号称世界的“枪械陈列馆”，型号之多，品种之杂，实为罕见。步枪的口径有6.5、6.55、6.8、7.0、7.35、7.5、7.62、7.65、7.7、7.92、8.0、10.0、11.15、11.43毫米等14种，生产国别有德、美、英、日、俄、法、比利时、捷克斯洛伐克、意大利、奥地利、瑞典、瑞士、加拿大、荷兰、罗马尼亚、希腊、阿根廷、秘鲁、波兰、巴西、挪威、丹麦等28个国家。

新中国成立前，在我国军队和民兵使用的步枪中，论性能，德国M88步枪不如后来的M98毛瑟和M24毛瑟步枪；论数量，不如日本的三八式步枪多。但要讲国产化，M88步枪是头筹！它是中国仿制的最早无烟火药小口径步枪(之前的口径都是10毫米以上)，它是中国解放前生产量最大的步枪型号，它的仿制持续时间最长，仿制总量至少有120多万支。在中国人民心目中，它是国造武器的第一号。1949年开国大典的阅兵方队中有三个步枪方队，用三八式大盖的2个方队，用汉阳造的1个方队，三八式大盖虽多，但不是国产化代表，其仿制数量也不及M88多，而且M88步枪在中国使用时间长，多已经破旧，难于阅兵展示。所以德国M88步枪的造型成了中国兵器文化的历史印记！

在中国，许多人把M88步枪说成是毛瑟系列步枪中的一员，其实不然，它与



▼座落在武汉湖北省总工会大院内的『辛亥武昌起义工程营发难处』纪念碑

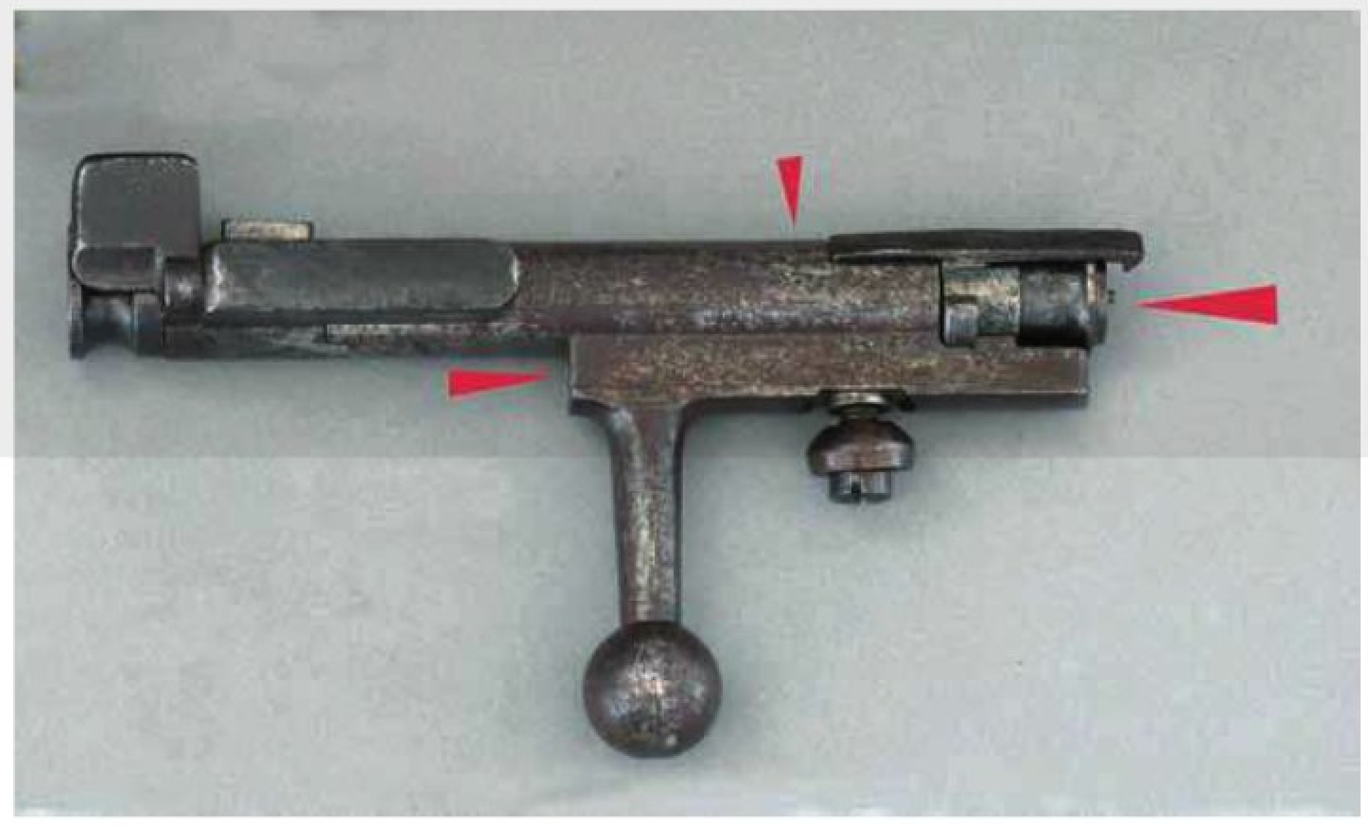


▶(自上而下)德M88步枪、老套筒步枪、汉阳造步枪









1 2
3 4

1、M1871独子步枪
2、11.15毫米毛瑟枪弹
3、M1871步枪是独子式供弹，机匣内只有阻铁头突出于机匣底面
4、M1871步枪的闭锁支撑力主要来自拉机柄的根部

毛瑟系列步枪根本不搭界！

弄清上述问题，需要追溯毛瑟步枪系列的历史。

毛瑟开局成功得益于枪弹的进步

毛瑟研制的11毫米M1871独子步枪是他开局的第一个型号并获得成功，在普鲁士军队装备替换了原来大量装备的德莱塞步枪。成功得益于他及时应用了当时枪弹方面的诸多进展。1857年，法国的夏斯波特在德莱塞纸包定装弹基础上，将火帽从弹头底部后移到弹壳底部，加上里福瑟的带有横插击针的金属壳底技术，研制出硬纸板卷制的壳体，火帽位于金属壳底中心的定装枪弹。发射该弹的枪，被法军定型为11毫米M1866夏斯波步枪，列装使用。1858年，美国人乔治·莫斯获得了枪弹及步枪的专利，其弹壳底部带有一个粗钢丝火台的中心发火全金属壳，彻底解决了枪炮的后膛闭气问题。1865年，英国人艾德华·莫尼尔·博克塞研制成功了全金属中心发火弹。弹壳体部用黄铜圆筒，底部用钢质圆板冲制，圆板正中安装底火。该底火称为博克塞底火，由底火壳、击发药、击砧、盖片组成。采用该底火的金属卷制弹壳的枪弹称为博克塞枪弹。19世纪60年代后期，英国进行了大规模的前装步枪改造成后装步枪工作，将M1853恩菲尔德前装步枪改成发射博克塞枪弹的雅格布·斯奈德后装步枪，口径是14.7毫米。

1869年，在英国、美国的全金属弹壳、中心发火弹成果基础上，毛瑟研制出11.15×60毫米枪弹和新式步枪，克服了德莱塞步枪的长击针弹枪系统的缺点，取得了巨大成功。

M1871毛瑟独子步枪被德国列装

1869年，普鲁士为找到能替代德莱塞步枪的新枪，成立了步枪选型委员会，毛瑟提供的样枪和枪弹系统在与巴伐利亚的M1869沃德步枪、瑞士马蒂尼步枪和维特利步枪的对比试验选型中获胜。1871年12月2日，普鲁士订购了2 500支试用。1872年3月22日，国王陛下批准开始M1871型步枪的大量生产。但订单没有交给毛瑟公司，而是交给了设备能力好的其它厂家。直到1873年底，伍腾堡州政府才同毛瑟签订合同，订购10万支M1871步枪，5年内交付完毕，并将奥本多夫兵工厂作为订货款，从此毛瑟公司变成了大公司。

M1871步枪的闭锁机构是继承原德莱塞步枪的枪机直动、机柄转动闭锁方式，枪膛关闭和打开仍靠人手转动机柄完成。发射时，膛底的燃气膨胀压力向后作用于机头前端面，巨大压力通过机头的外环面传递给机体，机体通过机柄的后根部传给机匣上的右侧垂直壁。

其供弹退壳机构全靠射手人工操作，每发枪弹的发射，都需要用手直接塞进膛，每次只能塞入一发，所以称独子式装填。退壳机构只有抽壳钩，没有退壳挺。发射后，手拉枪机向后，抽壳钩拉出膛内射后弹壳，弹壳不能自动跳出，需要射手将全枪180° 倒置过来，才能把射后弹壳倒出枪外。

其击发保险机构的状态变换操作是靠保险片的左右翻转，保险片带动其前下方的一个半圆杆180° 翻转，半圆朝上，允许击针前进则击发；半圆朝下，阻挡击针不能前进，则处于保险状态。

M1871步枪的第一批出口订单是来自中国的26 000支。

M71/84毛瑟管式弹仓步枪被德国列装

M71/84毛瑟步枪在M1871基础上改进的主要是供弹机构，由独子步枪变成了管式弹仓步枪。

提高战斗射速，一直是枪炮的主动力。1878年毛瑟开始改进步枪供弹方式，经过对多种方案比较，决定采用美国温彻斯特1866式步枪的管式弹仓方式，1880年在M1871步枪上研制出管式弹

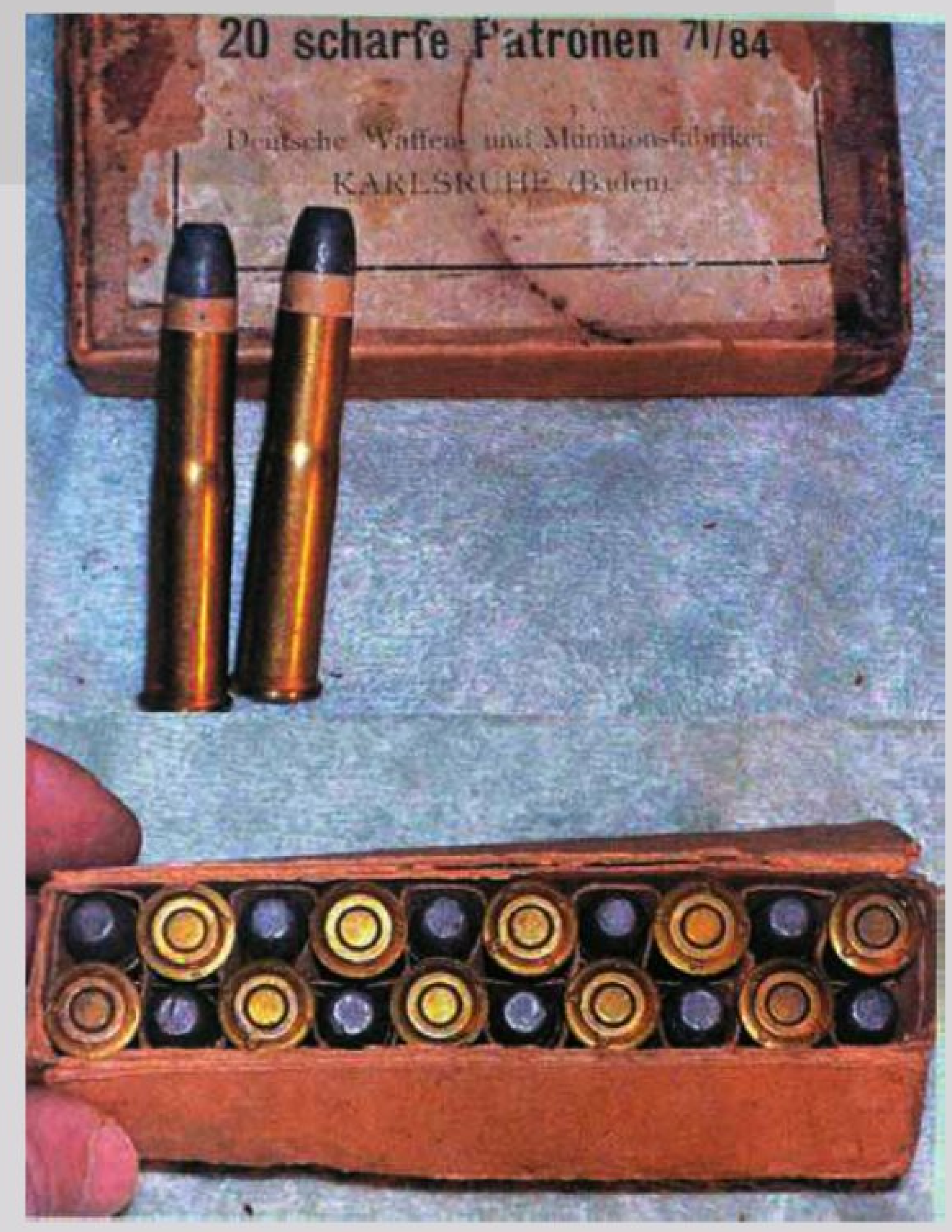


▶M71/84毛瑟步枪诸元：全枪长1 295毫米，枪管长800毫米，全枪重4.6千克，初速435米/秒，管式弹仓容弹9发（含入膛1发）









1
2 | 3 | 4

1、德M1871步枪（下）与德M71/84步枪对比
2、M71/84步枪的枪身与枪机
3、M71/84托弹板前端升起与下降
4、毛瑟71/84枪弹诸元：仍为11.15×60毫米黑火药枪弹，全弹重43.3克，只是弹头形状改为平顶半圆，平顶是为了防止在管式弹仓中顶燃前一发弹的底火

仓步枪样枪，实现了无需从枪外拿取枪弹，只需后拉枪机就可实施再次射击的弹仓方式供弹。1882年，德国军方立即订购这种步枪2 000支试用。随后，1884年德军方最高司令部决定采购11毫米管式弹仓的步枪，成为德国军队装备的第一支弹仓步枪。1886年开始向德国部队发货。德国4个加工厂前后陆续生产出了95万支，当时每支55马克，合13.5美元。该枪使用时间很长，直到1917年才从德国作战部队中撤除干净。

M71/84毛瑟步枪的国外用户除中国之外，土耳其购了55万支。

其闭锁机构继承了M1871步枪的机构，只是由于供弹机构和退壳机构的更新，引进了枪机与机匣之间的连接件——托弹板控制杆。该控制杆有三项功能，一是操控托弹板的前端升降，解决枪机从管式弹仓中推送枪弹入膛问题；二是防止机头的轴向转动错位，此功能在M1871中由抽壳钩担任；三是充当退壳挺。原来在M1871枪中根本就没有退壳挺。

其供弹退壳机构是M71/84步枪的亮点，它取经于美国温彻斯特1866式步枪，管式弹仓平行于枪管下方，8发枪弹一顺排开。当把枪机拉到最后方位置时，通过（托弹板）控制杆将托弹板前端升起，抬起弹仓管内的一发枪弹；推送枪机向前，推1发枪弹入膛。同时控制杆拨动托弹板前端下降，接收弹仓内次发枪弹。发射后，转动机柄，后拉枪机，抽壳钩将射后弹壳抽出，快到后方位置时，控制杆顶出弹壳。往弹仓中续填枪弹时，不需要拧开充当弹仓前盖的架枪杆，从前部把枪弹一一塞入，只需将机匣左上方的托弹板控制钮扳向后方，从后塞入弹仓即可。当把此钮推到前方位置，机匣内的托弹板前端则被固定在上方位置，此时就可以像M1871一样当作独子步枪使用，保持原有M1871步枪的战斗射速。

其击发保险机构与M1871步枪一样。

M71/84毛瑟管式弹仓步枪定型后，1986年德国向部队发放，但其装备寿命不长，很快被M88步枪赶下马来。

中国也险些大量仿制M71/84毛瑟管式弹仓步枪。1888年，两广总督张之洞向德国路德维格·洛伊公司订购日产50支M71/84的全部设备1套。1891年5月，此时改任湖广总督的张之洞得知德国有了新的M88步枪后，立即电请时任驻俄罗斯、德国、奥地利、荷兰4国公使的许景澄，宁可增加费用45万马克，也要改为引进M88步枪设备。当然，在中国境内仍然有过许多M71/84步枪，那是德国推销的过时军事装备。

M88步枪出于委员会的傲慢独行

1886年，法国军队在世界上首先装备了采用无烟火药的M1886“勒贝尔”(Lebel)步枪，沿用了900多年的黑火药有了创新换代品，太神奇了！新的8毫米口径的勒贝尔步枪弹，在杀伤力和弹道性能方面都远远超过当时德国刚刚换装的毛瑟M71/84式步枪所发射的11毫米黑火药步枪弹。发现敌方装备已经超越了自己，这可急坏了德国政府当局。想起15年前，出兵西征横扫时，曾使法兰西几乎灭亡，德国急需研制生产新火药和新式步枪。

1887年初，一名法军叛徒以2万马克向德国人出卖了一支M1886勒贝尔

步枪及几发枪弹。德国化学家们立即进行化学分析，试图得出配方和制造工艺，但样品太少，不能完全解决问题。德国当局又通过俄国以每千克500马克的价格购得法国火药，仿制才得以实施。

与此同时，德国应急成立了一个步枪选型委员会（德文简称GPK）。傲慢的委员会鉴于毛瑟产品——M71/84步枪很快落后了的现实，没有把毛瑟看在眼里。1887年12月发布出新式步枪设计方案征集，自以为是地将各方案优点“综合”到一起，推出自己的新枪。新枪的枪机是由斯班道兵工厂的工程师路易斯·施勒格尔米奇在毛瑟步枪的枪机基础上设计，将闭锁时膛压抗力支撑点由枪机后方单侧改为前方双侧，为现代枪械回转闭锁机构开辟了先河，已是当时最优闭锁方式。供弹机构是由奥地利曼利夏步枪的5发单排弹仓改进而来，不过漏夹有所改进：原曼利夏漏夹只能从一边装进弹仓，这次改成两边都可以装进弹仓。枪管膛线是仿制勒贝尔步枪的。包围在枪管外的套筒由阿曼德·梅格设计。新式枪弹由爱德华·鲁宾在瑞士7.92毫米枪弹基础上改进，采用无底缘瓶颈形的弹壳，铜镍合金被甲包裹铅心的弹头。整个步枪及枪弹的设计于1888年3月23日完成。

1888年11月，新步枪完成了野战试验，GPK建议立即采用，被定型为M88步枪（德文Gew 88），同时还有卡宾枪型M88K（德文Kar 88）。于是威廉二世在1888年11月12日签署了订单。由于该枪是一个委员会研制出来的，因此通常也被称为委员会步枪或德意志帝国步枪。新式无烟火药也在1889年命名为“88式步枪薄片火药”，直径2毫米，厚0.5毫米。

生产任务最初由位于柏林夏洛腾堡的路德维格·洛伊公司进行，接着斯潘道、但泽、爱尔福特和阿穆贝格的4家国营工厂陆续投产。到1889年底，就交付出27万支M88步枪。1890年这些工厂又生产出66万支，到1897年德国共产出M88步枪总数约167.5万支。

1889年春季，驻在阿尔萨斯–洛林的第15军和第16军首先装备M88步枪，1889年10月巴伐利亚军队也开始装备M88步枪，到1890年8月所有的普鲁士、萨克森军队都换装了M88步枪。

M88步枪问题层出，改进多次

随着M88步枪使用的迅速扩大，它的问题逐步暴露出来。从1890年8月6日开始，德国官方承认了M88步枪质量有问题。此后6年多的时间内，有数千支在射击时发生了爆炸，士兵们一再受伤。其主要问题有几个：

击发后枪管爆炸，开始以为是枪管管壁薄所致，5年之后发现是由于弹头在膛内挂铅积存所致；

枪机没有推到最前方原位时，由于抽壳钩功能不可靠，有装入第二发枪弹的可能，一旦发生，就会出现后发弹尖顶撞在前面枪弹底火上；

弹壳底部常有开裂现象发生，火药燃气后喷，1894后出厂的枪机上增加了气体防护罩，得到解决；

弹仓无底敞开，容易进泥沙污垢，造成供弹卡滞，而且弹仓不利于正常肩枪；

曼利夏式弹仓必须用弹夹装填，而且弹夹是留在弹仓内的，在打光弹仓全部存留枪弹之前不能再续填，如果没有射完，需要退弹的话，要按一下扳机前方的按钮，漏夹和余弹一起跳出，弹仓下出口只是漏夹的出口。

当时的柏林军校校长赫尔曼·艾尔沃特把责任推给制造厂家，并声称洛伊公司贿赂了政府里的武器订购验收人员，接受伪劣产品。枪和无烟发射药恰巧都是由洛伊家族的工厂生产，洛伊家族正好是犹太人。于是德国媒体利用了这些传闻，向政府发难，并把M88步枪讥讽为“犹太步枪”。当时许多德国人都问，为什么不选择毛瑟来设计新步枪？答案……

随着部队对M88步枪不断提出意见，德国军方组织改进工作不断进行，旋即出现了一系列的改进型号：

M88/步枪：在1891年1月9日后定型，主要是加厚枪管，改进弹膛前方的锥膛几何形状。

M88/Z步枪：1896年7月的改进项目，主要是采用新的膛线，阴线深度从原来的0.10毫米增加至0.15毫米，以解决枪管磨损严重和膛压过高容易产生事故问题。该型既有在已有步枪的枪管上改造膛线，也有重新生产的枪管。

M88/S步枪：1903年德国军队开始采用S型尖弹，新的尖形弹头底部直径由原来圆头弹的8.1毫米增加到8.22毫米，因此从这一年开始，原本的88/Z步枪也都做了枪管膛线改造，以便能发射直径较大的S型尖头弹。经过改进的M88步枪的后膛上刻有“S”字。

M88/05步枪：1905年开始的改进，主要是在“S”型步枪上改进供弹机构，弹夹改用简单的毛瑟装弹器，机匣相关部位做了修改。

M88/14步枪：1915年出厂的枪上，弹仓安装了弹簧支撑板，即可将弹夹上的枪弹推进到位，而且当弹夹上没有枪弹时后拉枪机弹夹可以卸下。1915~1916年间，还对大量库存的老式M88步枪都进行了M88/05式相同的供弹机构改进，此批枪称为M88/14步枪，与M88/05步枪相比，装配和表面处理都比较差。

1893~1897年德国的所有M88步枪都进行了返厂检修，更换。

（未完待续）

[编辑/何懿]



▶德M88 7.92毫米步枪

▶德M88 7.92毫米枪弹及漏夹



[文章编码0215]

文/曾 望 吕伟康

装甲防护的四大招数

隐身技术

坦克装甲车辆的隐身技术是由飞机隐身技术发展而来的，主要目标是降低装备的热信号和雷达信号特征。从各国推出的新车型，我们可以看出一些具体解决方案。

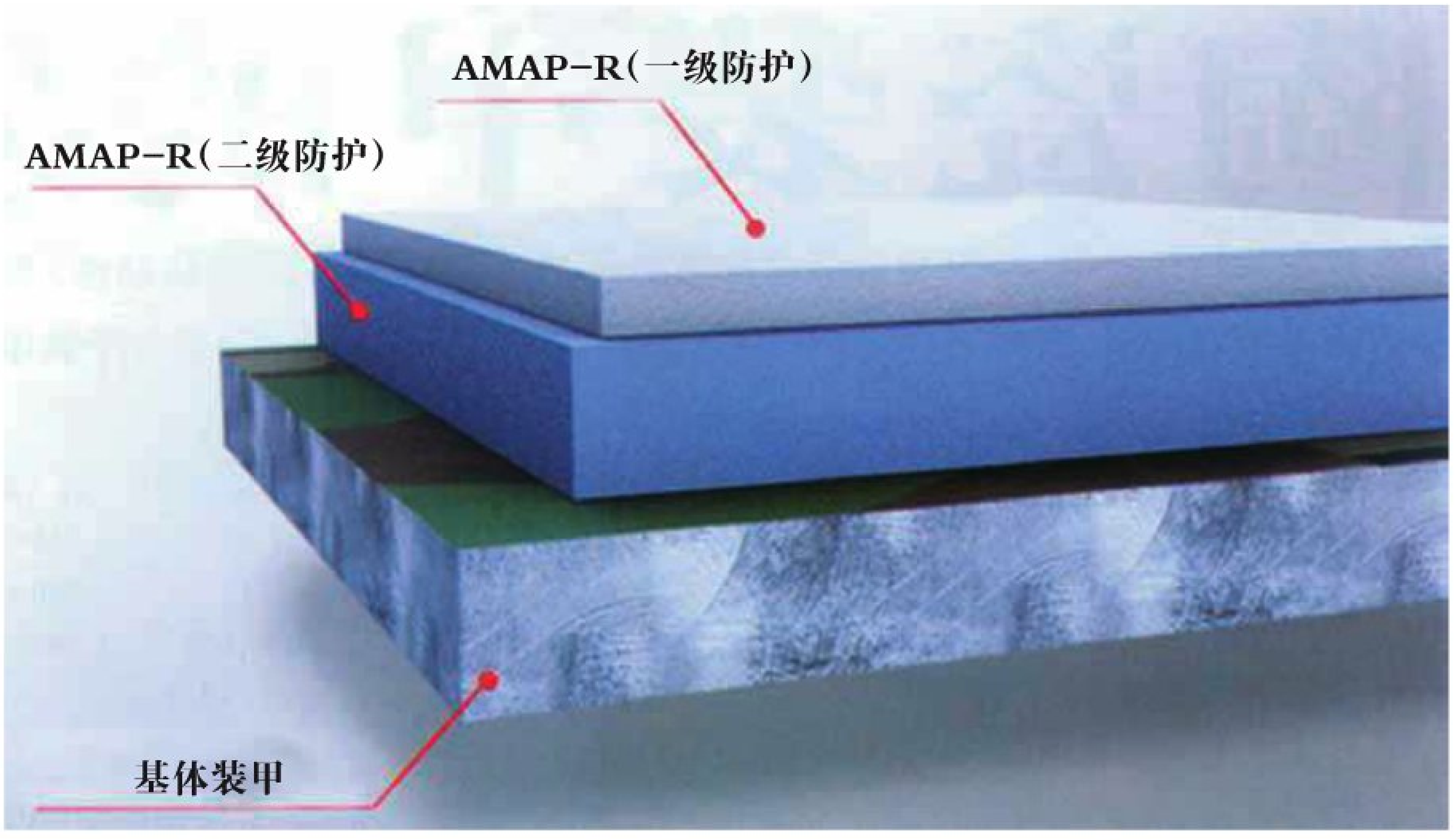
首先，各国推出的新车型中，广泛采用了双层车体结构。双层车体的主要作用是利用内外车体之间的空气层，有效阻断车内热量向外辐射，可以大幅度降低车辆的热特征。德国推出的“拳击手”等装甲车辆，在动力舱的上方和载员舱部位，利用披挂装甲构成了外侧车体，与基体装甲之间有一定的间隙。这样既满足了防护性能的要求，又能够在其与基体装甲之间形成空气夹层，从而利用车辆行驶中的空气流动，降低车辆热信号特征。

德国莱茵金属公司推出了“豹”2坦克的最新改进型，在炮塔上表面安装了约30毫米厚的海绵橡胶板，能有效阻断炮塔内外的热量传递。

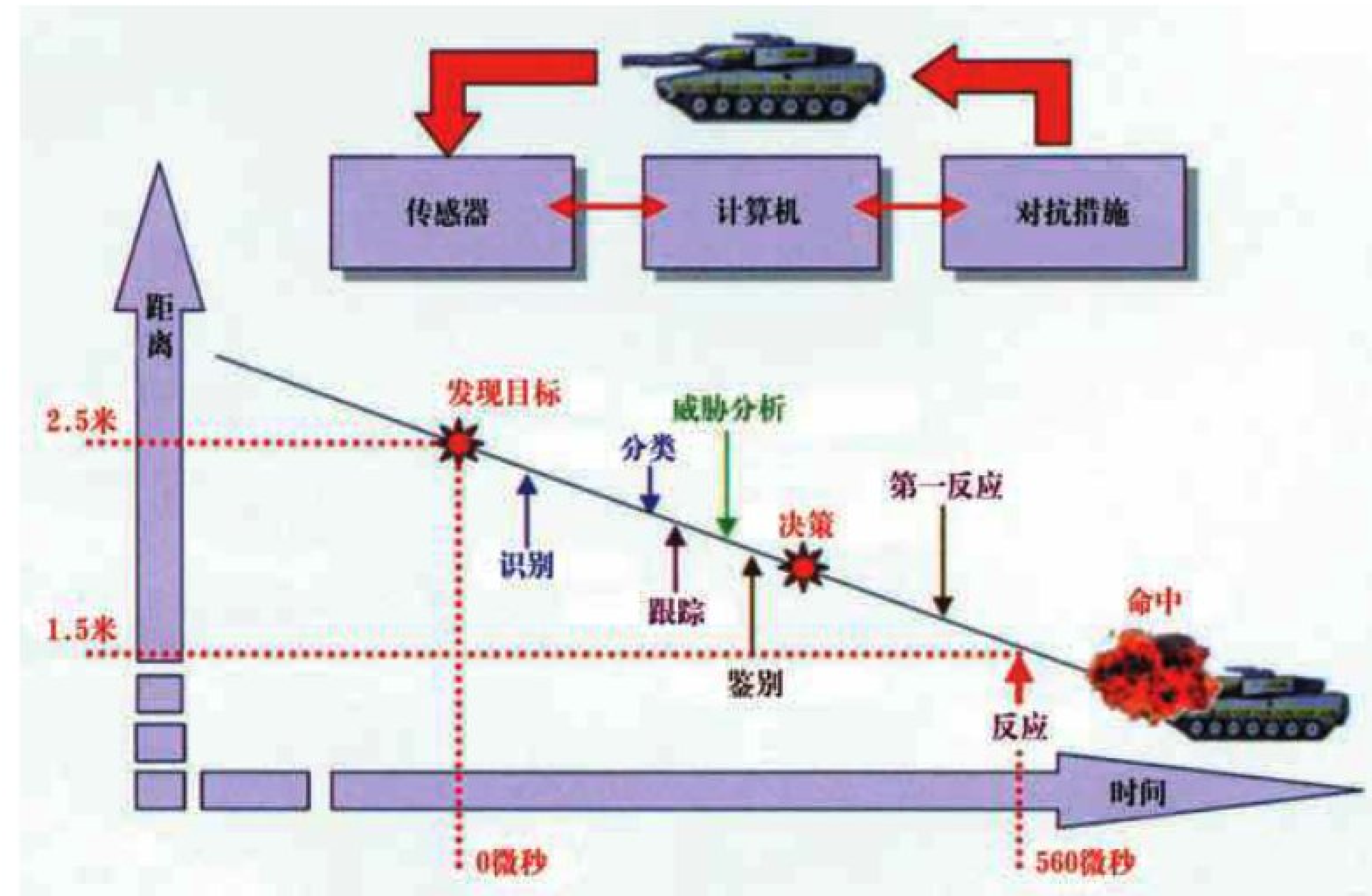
其次，采用车辆外形与装甲防护分开设计。在设计坦克装甲车辆的车体时，只需要考虑包络性、防护性能和结构强度，外面的包覆板则用来塑造最终的车体外形。包覆板既可以使用防弹的复合装甲板、高强度精轧装甲板材，也可以使用普通的钢板材料。由于包覆板很容易实现折弯、圆角成型等工艺，因此通过特殊设计的固定件将其安装在基体装甲上，最终实现整洁、美观的外形。



►“拳击手”装甲车驾驶员位于车体前部右侧，动力组位于其左侧，专用的任务模块位于车体后部。乘员舱下面的底甲板采用双层结构，以提高车辆抵御地雷的能力



▶超轻型先进模块化装甲防护件(AMAP-R)与爆炸成型弹防护



▶德国AMAP主动防护系统工作示意图

最后，采用发动机排气与动力舱排风混流降低热信号特征。您是否发现，在近年一些防务展上展出的大部分坦克装甲车辆，已经看不到明显外露的发动机排气管口？国外设计人员将发动机排气管端口设计在动力舱冷却排风窗内侧，通过冷却风扇，将发动机的排气与动力舱的冷却风一起排到车外。这样可以有效消除极易被红外设备探测到的热源信号。

主动防护系统

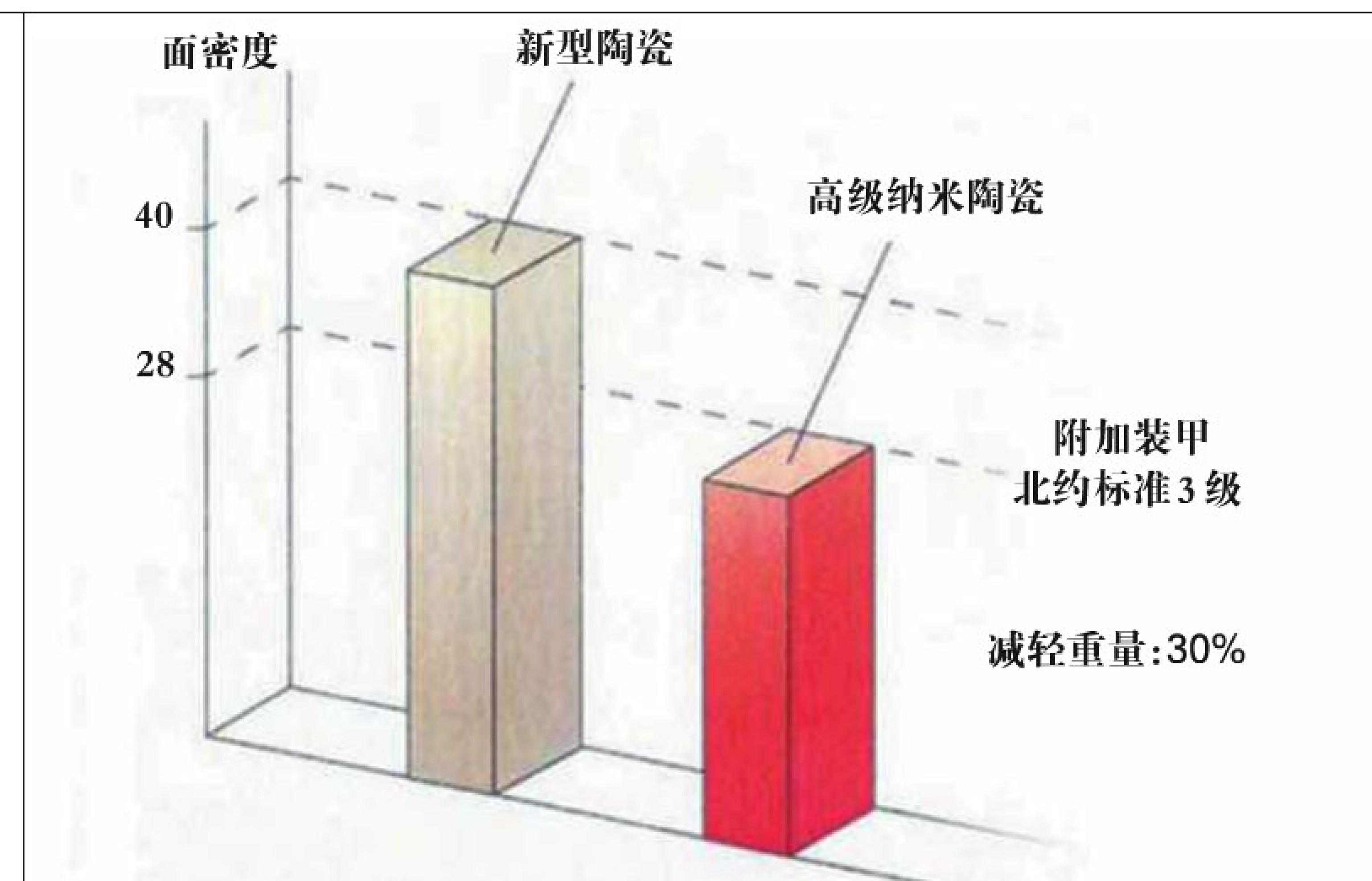
主动防护系统是坦克装甲车辆用于拦截、摧毁或迷惑敌方来袭弹药的一种近距离防御装置。

当前坦克装甲车辆的主动防护系统发展呈现以下趋势。第一，激光告警设备成为一种标配装备，正向高精度、高分辨率方向发展。紫外告警传感器已逐步实现车载平台实用化。基于激光、紫外、雷达等技术的综合探测、告警系统成为发展方向。第二，主战坦克及重型装甲车多配置拦截型主动防护系统。第三，轻型装甲车辆多采用干扰型光电对抗系统或简化的主动防护系统。

德国新推出“豹”2A7+主战坦克便装有AMAP-ADS主动防护系统，该主动防护系统采用模块化设计，主要组成部分包括拦截装置和装在防弹容器中的雷达传感器。

在作战环境下，AMAP-ADS主动防护系统的雷达传感器一旦捕获敌方反坦克弹，将会在几毫秒内自动启动拦截装置实施拦截。该系统的拦截装置并非人们熟悉的抛射型拦截弹，而是一种专门设计的聚能射流。当敌方反坦克弹飞到离坦克大约2米范围时，聚能射流将以2 000米/秒的速度实施拦截，可将反坦克导弹、反坦克火箭弹的战斗部或爆炸成型弹丸引爆，或将动能穿甲弹引偏。AMAP-ADS系统重量约500千克，可实施16次拦截。“豹”2A7+还配备了特殊设计的防御辅助单元(DDS)，会在坦克遭到威胁时快速激活，一面提醒坦克乘员迫在眉睫的危险，一面启动红外干扰器不断发射编码脉冲信号，使反坦克导弹的导引头被欺骗，同时启动烟幕弹发射器迅速在坦克前方形成大面积的烟幕掩护自己。

一些中轻型装甲车辆也安装了不同的主动防护系统。英国宇航公司的CV90“狁狳”装甲车安装了LEDS-150主动防护系统。德国IBD公司也将他们研制的AMAP-ADS主动防护系统安装在依维柯公司的轻型车辆上，为该车提供了半球形的全面防护。达信集团为“联合轻型战术车”(JLTV)计划研制了战术火箭弹气囊防护系统(TRAPS)。



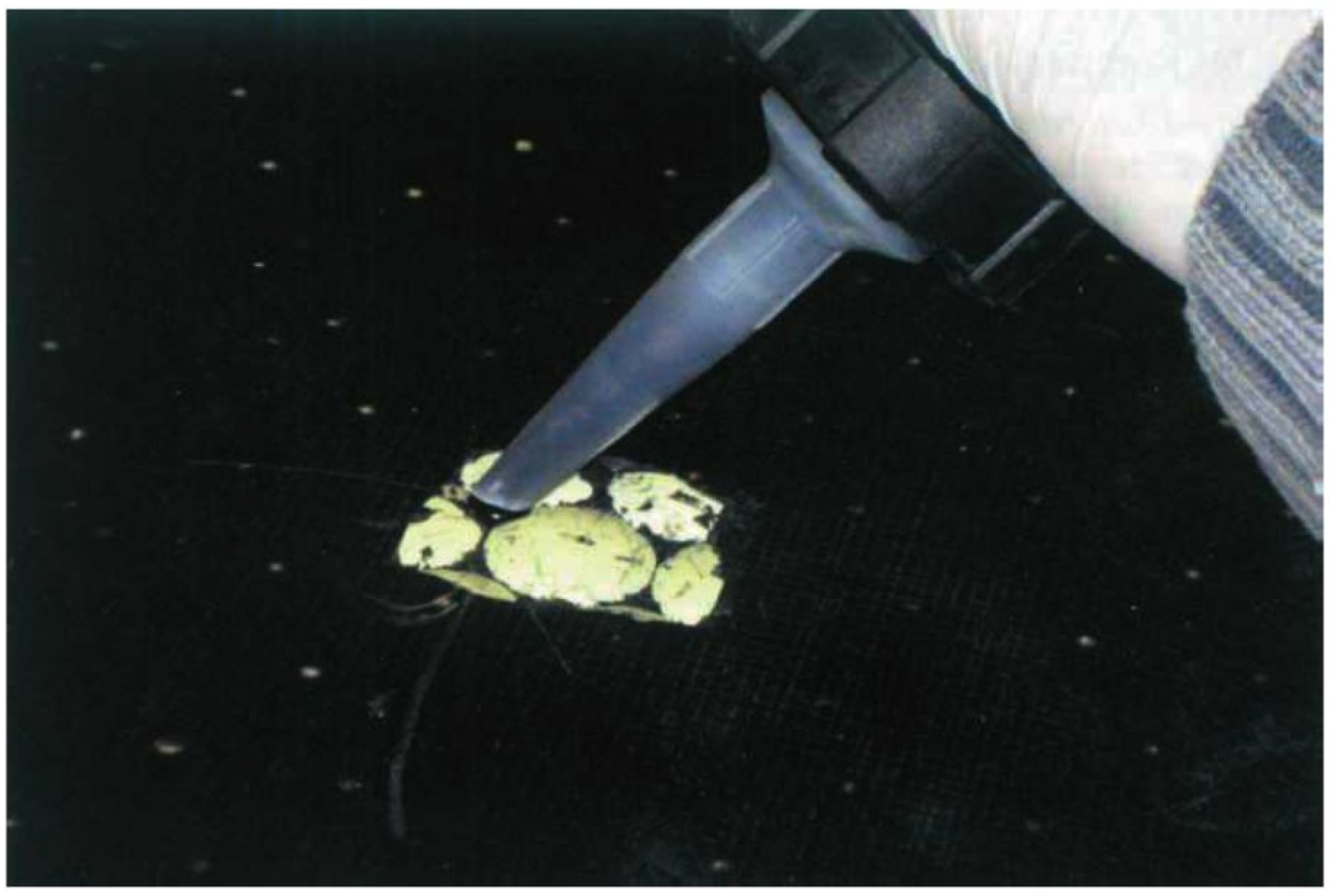
▶纳米陶瓷材料可减轻装甲防护重量

另外，捷克推出了一款新型主动防护系统，目前已集成于OT-64装甲输送车上，以后可能会加装在“潘德”Ⅱ、“野狗”2等装甲车上。在一些中、轻型装甲

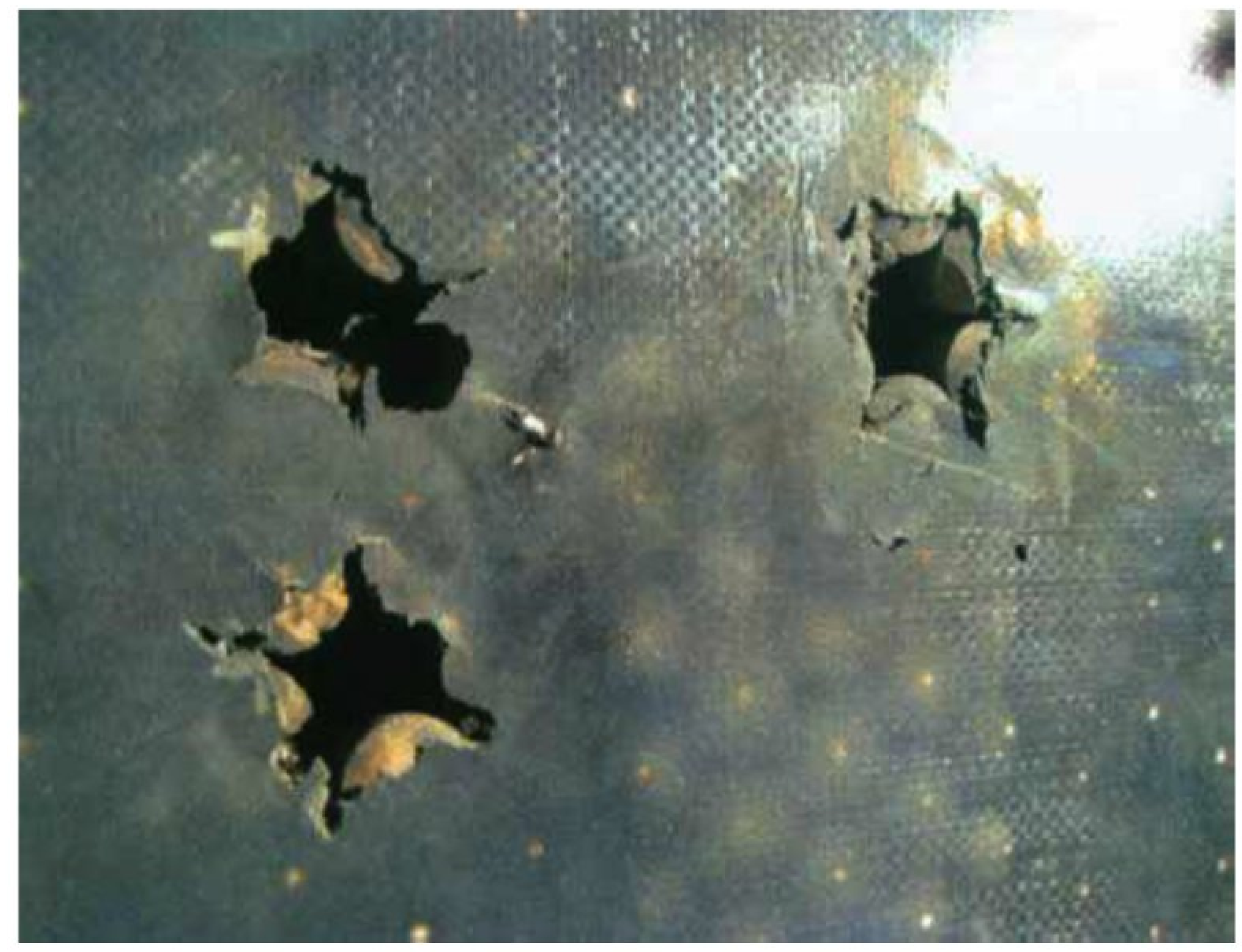


▶安装了LEDS-150主动防护系统的“鹰”式轻型装甲车





▶德国LIBA防护件



▶德国陶瓷轻型改进型弹道装甲防护上的射孔

车辆上，还采用独特的新型烟幕/欺骗系统，可以在360°范围内抵御光电、红外、激光和制导武器的攻击。

装甲材料

材料是装甲防护系统的物质基础，自从装甲防护概念出现以后，人类就不断找寻适用于制造装甲的高性能材料。目前装甲材料防护技术正向高性能、轻质化的方向发展。

德国腾卡特(Tencat)公司推出了轻型改进型弹道装甲(LIBA)。该装甲材料防护效果比普通陶瓷技术有明显改善。它由专门排列的陶瓷薄板组成，外面包有一层弹性塑料，可根据需要安装于不同载体。这种防护设计理念对大量穿甲弹都有效，可以防御5.56毫米、7.62毫米到30毫米口径的射弹。轻型改进型弹道装甲是一种轻型、可重复使用并能抗多次打击和冲击的防护件，可以灵活安装到各型装甲车上，修复更是简便快捷，只需很短的时间便可使之恢复到原来的防护效果。与普通陶瓷装甲材料相比，轻型改进型弹道装甲抵御冲击波(如IED爆炸)的效果很好，在受到弹道冲击以后，可以利用野战设备进行快速修复，此时只需用简单的工具将陶瓷板更换掉，再浇铸上专门的合成材料即可。

IBD公司推出了第四代纳米陶瓷材料，与现在的陶瓷材料相比，硬度提高了70%以上。对于陶瓷装甲来说，陶瓷材





▶"豹"式坦克家族的最新改进型——"革命"坦克。其炮塔四角安装了集激光告警装置与烟幕弹发射器于一体的"快速遮蔽系统"装置，装甲组件采用了"先进模块化装甲防护组件"(AMAP)。它的出现，充分证明"豹"式系列坦克无论在设计理念、发展思路以及改进措施方面，均名列世界坦克前茅



▶安装有新型防护设备的法国VBCI轮式步兵战车

料的硬度至关重要，因为它与弹丸摧毁能力紧密相关。使用新型陶瓷材料，装甲可以在减重30%的情况下仍保持相同的防护能力，即北约标准3级防护能力。这种装甲的质量效应比值大于4。安装在中型平台上时，如装于8×8轮式装甲车上可减重500千克。

此外，IBD公司还成功研制出多种经过改良的高质量钢材料，拥有与标准陶瓷材料相媲美的弹道性能。穿甲弹以890米/秒的速度对这种装甲钢进行射击，结果表明使用新材料后装甲板的厚度可以减少30%。IBD公司还研制出一种特殊侧裙板，安装在“豹”2A4改进型主战坦克上，主要用于抵御金属射流的侵彻。如果这种侧裙板与基础装甲（如陶瓷防护）结合使用，能抵御战区内威力最大的聚能装药弹药的攻击。

美国军方对钛合金和铝钛合金的研制取得了巨大进展。这些合金的机械性能已经接近陶瓷材料的弹道性能，而重量从最初的58%（相对于轧制均质钢装甲）下降到38%。鉴于这些材料便于制作加工，它们将会产生效费比更好的装甲防护方案。

新概念防护装置

近期，在法国耐克斯特系统公司与雷诺卡车防务公司联合推出的VBCI轮式步兵战车上，安装有创新型防护设备，具有防简易爆炸物和火箭弹的能力。VBCI装甲车外置的防护装置是由金属框架支撑起来的防护网，网线的交织点则固定有小型六棱柱，其作用是提前引爆来袭的火箭弹。这种装置与过去美国安装在“斯崔克”装甲车上的格栅装甲相比，具有重量轻、便于拆装、美观等特点。

此外，英国国防科技实验室正研制一种类似于力场防护罩的新型装甲，利用电能脉冲抵御火箭弹、榴弹等炮弹的攻击。该装甲有可能是将类似超级电容器之类的材料整合进车辆的装甲，使之成为一块巨大的电池。当车辆发现来自敌方火力威胁时，储存在超级电容器中的能量便迅速倾泄到车辆外部，形成一种强大的电磁场。电磁场会形成短暂的力场防护罩，弹开来袭的炮弹。虽然这种防护罩仅能维持几分之一秒，但若时机准确，就能够防止触发引信的火箭弹攻击。超级电容器还具有迅速充电功能，可以立刻准备迎接下一次攻击。该电子装甲的一大优点是，可以大幅减轻军用车辆及战车的重量。新的电子装甲使用类似超级电容器的材料，可以薄如布料，因此这种新型装甲极轻。

值得一提的是，英国还开发了一种新型TARIAN车辆织物装甲，重量比普通钢制装甲轻85%，比铝制格栅装甲轻50%，但防护能力毫不逊色，效用与格栅装甲相当，可有效抵御火箭弹攻击。目前英军已将TARIAN车辆织物装甲防护组件安装到部署于阿富汗的1070F重型装备输送车上。

[编辑/王瑾]

新书推荐

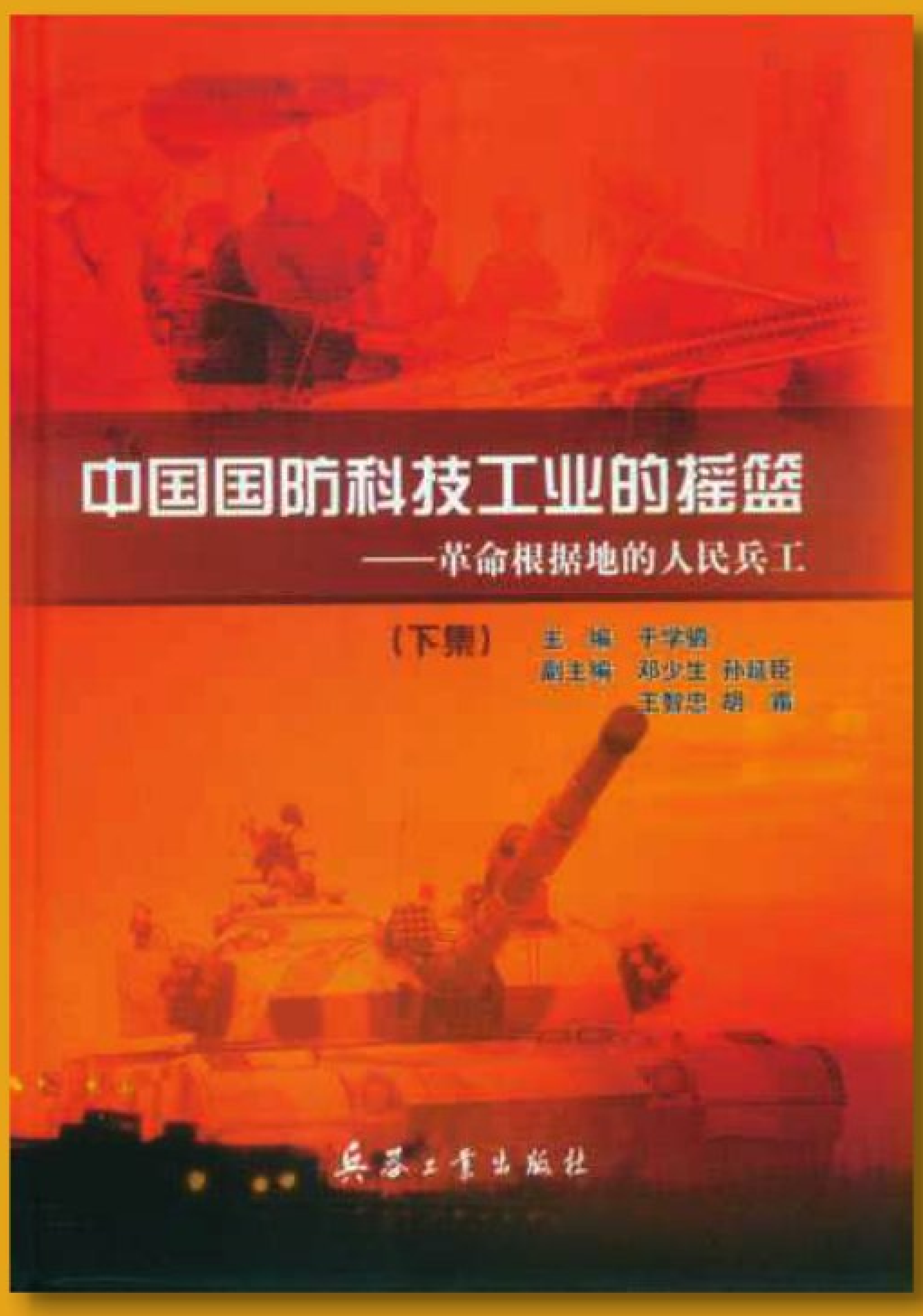
从最早只能从事枪械维修到自主研发各种先进装备，从依靠苏联援助到输出军工技术，人民兵工走过了80年光荣岁月。

《革命根据地的人民兵工》一书主要系统地阐述了第二次国内革命战争、抗日战争、解放战争三个历史时期革命根据地人民兵工的创建和发展的历程及取得的丰硕成果；展现了大量鲜为人知的兵工战士在极其困难的环境下，不畏艰难，不怕牺牲，前仆后继研制武器弹药时所创造的一个个奇迹。

人民兵工不只是一个行业的称谓，也是几代人的称谓。更多时候，“人民兵工”更是一种精神，一种信仰。本书不仅是兵器爱好者的收藏佳品，亦可作为国防教育和企业单位开展职工革命传统教育的教材。

定价：98元（精装上下集）

邮购地址：北京2431信箱《兵器知识》杂志社 收款人：发行部 邮编：100089（免邮费、挂号费）





做客专家：王云飞

跃 滑跃起飞方式很实用

1 由于“伊丽莎白女王”号航母保持原设计不变，即不安装蒸汽弹射器，而是采用滑跃式飞行甲板，因而可以大量节省舰上的体积与空间，免去了安装弹射器所带来的一系列问题，同时节省了蒸汽弹射器的安装费用。

2 滑跃式起飞方式相对蒸汽弹射器来说，省去了一大堆机械部件，而且操纵非常简单，舰面甲板人员少，安全性也好，故障率明显降低。

3 在滑跃式飞行甲板进行起飞训练，某些方面降低了舰载机飞行员的训练难度，能有效提高训练效率。

4 由于甲板上不用“开膛破肚”，所以甲板表面及内部的设计都可以相对简化，从而也使得整艘航母的设计与建造比较简单，结构强度有所增加，从而能够大幅度降低全寿命使用成本。

5 滑跃起飞方式不需要像蒸汽弹射起

毫无疑问，今天的武器装备大多还是对昨日的延续，单就为变化所继续抵抗的传统或背景，即使在今天也依然与它们在1960年代、1940年代乃至1920年代的一样强大，但有些变化的确值得探讨、争辩。需要强调的是，我们的目的在于卸下考据的重担，倡导仔细考察那些迹象背后更深更广的内容。

“争+鸣”空间的落地归结于北京西山脚下“四王府”的一次圈中好友的聚会，故记于栏目名中，以作纪念。

滑跃起飞 & 弹射起飞

[文章编码0216]

嘉宾主持/本刊记者 王 瑾

英国对“伊丽莎白女王”级航母设计与建造项目进行了重大的调整，决定继续完成两艘新一代航母的设计与建造。第一艘保持原设计不变，第二艘将改变原先的舰载机起降方式设计，安装弹射器和阻拦装置，并选用航母舰载型联合攻击战斗机。具体方案是，第一艘“伊丽莎白女王”继续保留原先的滑跃式起飞甲板，舰上继续保留使用F-35B。第二艘“威尔士亲王”号则将改为搭载F-35C，弹射起飞，拦阻降落。

这样，英国海军装备的两艘航母将出现两种截然不同的起飞与降落方式。那么，究竟哪一种更胜一筹呢？



做客专家：李 杰

弹 滑跃起飞不如弹射起飞好

1 采用弹射器，即使是蒸汽弹射器，其弹射起飞出动率也要远大于滑跃起飞出动率，至少超出1/3以上。特别是采用该方式后，由于弹射器功率较大，加速性好，能在舰面甲板跑道100米的距离内，把舰载机的速度由零加速到离舰速度，约200~300千米/小时。

此外，还可以加大舰载机的载弹载油量。总之，采用蒸汽弹射器后，对于快速反应、紧急出动，尤其是对于战机稍纵即逝的海空作战，以及执行日渐增多的多用途任务来说将非常有利。

2 自上世纪50年代初期，美国引进并改造了英国的蒸汽弹射器技术后，又经过几十年的使用与改进，如今这一技术已非常成熟，且迄今美国航母在使用这一技术时很少出现事故。

3 相对于滑跃起飞方式，美国大型航母使用蒸汽弹射器通常可以在较短时间内起飞多架舰载机。而滑跃式起飞甲板一般只有一至两条起飞跑道，俄罗斯海军目前唯一

飞方式那样，每弹射一架舰载机就必须消耗1吨左右的淡水，减少了制造大量淡水的麻烦，可以腾出更多的舱室和空间来加装其它物资和油料。

6 因相对搭载的舰载机数量少，又免去了弹射器等装置，因而全舰及舰载机所消耗的功率及所需的电能等要大幅减少，建造工期可以大大缩短，有利于中小国家装备和使用。

7 采用滑跃起飞方式，通常使用的是垂直降落方式。这种降落方式只要有足够的甲板面积即可完成，不像拦阻降落那样，需要设置有多道拦阻索，以及在甲板下方还要安装笨重复杂的拦阻机构。



▶一架F-14战斗机准备从“尼米兹”号航母上弹射起飞，开加力的发动机喷出的火焰似乎要吹到后面的舰员，而图中的黄衫刚刚发出弹射信号



▶维护航母上的弹射器

一艘航母“库兹涅佐夫海军元帅”号虽然有两条滑跃起飞跑道，却要在舰首交会，因此又使舰载机的出动量减半，同时起飞舰载机几乎是不可能的。

4 如果采用电磁弹射器，那么航母舰载机的出动率还将进一步增加，其日出动率将由现役“尼米兹”级最大出动率120架次/日，较容易地增加到160架次/日，甚至更多。

5 比如更先进的电磁弹射器，加速功率可以调控，使舰载机受力比较均匀，既有利于提高舰载机操控性，又不至于对舰载机结构产生太大的损坏。

6 滑跃式起飞方式的舰载机，例如F-35B，固然具备短距起飞乃至垂直起飞的特殊功能，但因此其载弹、载油量比F-35C明显减少，从而导致其作战半径、最大航程等两者都有不小的差距。



▶航母飞行甲板上的拦阻网



▶采用滑跃起飞方式的苏-33舰载战斗机

7 对舰载机的重量和体积限制比较少，既可起飞重量和体积较大的固定翼舰载机，又可起飞重量和体积较小的小飞机，如仅重几十千克的舰载无人机。

8 电磁弹射器比之蒸汽弹射器，所占用的舰上空间和体积还要小许多，而且维护和保养费用更低，所需维护人员数量更少。

9 电磁弹射器虽然一开始的研制与建造费用较高，但从全寿命周期来说，电磁弹射器的总体使用和维护成本相对还是较低的。

10 采用弹射器，可以弹射起飞吨位和体积较大的舰载机，而滑跃式起飞方式在这方面就有点勉为其难。例如，固定翼舰载预警机就无法从滑跃式甲板上起飞，因而将对全编队的作战行动产生很不利的影响。

[本文的访谈视频由网易军事录制]

“鸵鸟”机器人

FastRunner Robotic Ostrich

[文章编码0217]



尽管跑得像“飞毛腿”一样快将成为可能，但永远逃脱不了与鸵鸟的比较。终于，在麻省理工大学和佛罗里达州人与机器认知研究所(IHMC)的共同努力下，这种双腿奔跑的“鸵鸟”机器人将在美国国防高级研究计划局资助的机器人研究领域获得应有的地位，仅次于“猎豹”和像骡子一样的“大狗”机器人。由于采用了创新的自稳定机械腿设计，这种不会飞的机器人，不仅效率非常高，而且速度极快。目前，已经能够以43.4千米/小时的速度奔跑，与人类最快的奔跑速度相当。研究人员希望能看到“鸵鸟”机器人的速度能够达到80.4千米/小时。加上能够在相当粗糙、崎岖的地形环境下自我平衡的能力，“鸵鸟”机器人有望成为战场和其它地方中不可忽视的力量。

因此，尽管前途光明，“鸵鸟”机器人从理论到实践应用仍然有相当长的路要走，并且在此过程中需要突破多个里程碑。首先，研究人员需要进行仿真试验，目标是“鸵鸟”机器人能够在平坦路面上32.2千米/小时的速度奔跑，在崎岖地形中的奔跑速度达到16千米/小时。

一旦仿真模拟得以实现，现实世界中的“鸵鸟”机器人将梦想成真。目前，40%的机械设计工作已经完成，并且通过快速样机设计已经研发出一条全尺寸的机械腿。机械腿采用了超轻型设计，配备单独的电机和一些节能弹簧，以减少电池的耗电量。

最终，您将看到1.4米高，重达30千克的“鸵鸟”机器人。

从外形上看，“鸵鸟”机器人的头部似乎像淋浴头。尽管这有可能是无意的，但使人们联想到了确保战场内卫生的新方法。

Fast as the FastRunner may become, it will never be able to escape the comparison to an ostrich. One day, thanks to a joint effort by MIT and the Florida Institute of Human and Machine Cognition (IHMC), this bipedal sprinting robot is going to assume its rightful place in the DARPA-funded robotic zoo, right next to the robotic cheetah and the mule-like BigDog. Thanks to an innovative, self-stabilizing leg design, the movements of this flightless robotic bird are going to be not only very efficient, but also extremely fast. The legs are already capable of hitting 27 mph (43.4 km/h), matching the fastest of humans. The researchers hope to see FastRunner reach speeds of up to 50 mph (80.4 km/h). That, plus the ability to negotiate fairly rough, uneven terrain, potentially makes it a force to be reckoned with, on the battlefield and elsewhere.

So, although the future does look bright, FastRunner still needs to run quite a long distance in order to separate theory from practice, and there are several milestones along the way. First, the researchers want to arrive at a simulation that would have FastRunner sprint at 20 mph (32.2 km/h) on a flat surface and do 10 mph (16 km/h) on fairly uneven terrain.

Once such a simulation is deemed physically realistic, a real world version of the robotic ostrich is going to be put through its paces. Currently 40 percent of the mechanical design work is complete, and one full-sized leg has been developed through rapid prototyping. The ultra-light leg design has each of the robotic limbs equipped with a singe motor and some energy-conserving springs to relieve the batteries.

The end result that you can see in the rendering above is going to be 1.4 meters (4.59 feet) tall and weigh 30 kg (66 lbs).

Based on the rendering, it seems like FastRunner has a shower head for a head. While this is presumably unintentional, it does bring to mind new ways of ensuring hygiene on the battlefield.

老山岁月的追忆

[文章编码 0218]

用“精明强干，忠诚事业”来形容曲顺平处长恰如其分，在记者走进他办公室很短的时间里，曲处长的表现就印证了记者的判断。



讲述者/陆军航空兵学院训练部处长 曲顺平大校
文字整理/本刊记者 林儒生

1

我是河南省巩义市人，巩义原来叫巩县，是我国唐代伟大的现实主义诗人“诗圣”杜甫的故乡。杜甫出生的村子离我们村只有二十几里路，到现在那里还有“诗圣”降生时的窑洞。巩县还是清末我国北方最大的工农商业者康鸿猷的故乡，他有一个国人皆知的绰号“康百万”。庚子年间，光绪和西太后蒙尘西安途经巩县时，他曾接驾留宿并资助白银一百万两，西太后感激之余，特赐此名。康家大院无论从规模还是文化底蕴上比山西那几所大院毫不逊色，我高中就是在康家祠堂改成的学校里读的。豫剧大师常香玉也是我们巩县人。总之，我的家乡是传统文化积淀深厚的热土，我为它骄傲。

2

在谈到自己的从军经历时，曲处长先讲了一段令记者几欲落泪的往事。

我是1982年11月入伍到北京军区驻秦皇岛某高炮师的。1984年7月，老母因心脏病突发病逝，家中连发电报，我都没收到，直到第13天，战友探亲归队，带来了哥哥写的信，我才知噩耗，当时的感觉真好比万箭穿心一样。部队领导很理解我，马上准假，并帮助买票把我送上火车。我赶到老家时，正是老母的“二七日”（亡故14天）。哥哥姐姐及亲戚们正在哀悼，因为我是家中的老小，母亲在世时最为疼爱。众人一见我愈加伤心，上百口人哭成一团……

在我休假期间，接到了郑州高炮学院（现郑州防空兵指挥学院）的录取通知书。随后两年的正规军校教育使我打下了牢固的军事理论基础。我能有今天的成绩，与在学院受到的良好教育是分不开的。在学院我学的是雷达指挥仪专业，毕业后分到27集团军高炮旅任火控指挥仪站长（排级）。

1986年12月，我们27集团军奉中央军委命令，从军部所在地石家庄市出发，以铁路输送方式开往云南老山战区参加轮战。军列恰好经过巩义，哥哥姐姐他们为了能“再见”我一面，轮流守候在离我家十几里远的火车站，只要一见有军列停站，马上就过去挨车厢打听我，结果在第四天我哥哥还真找到了我乘坐的闷罐车厢，他不由分说就把用“口挪肚省”攒下的钱买的“高档烟”往战友们手里塞……

军列开动了，为了怕亲人们看见我泪流满面的样子，我特地戴上墨镜。哥哥和抱着我小侄子的姐姐，追着军列流着泪喊着向我招手。此情此景让我想起杜甫在他那首著名的“兵车行”中的诗句“牵衣顿足拦道哭，哭声直上干云霄”。虽然时代不同了，但战争对于亲人来讲就意味着永远的生离死别，在这一点上，应该是不会有时代和政治色彩的。亲人们的身影看不见了，我回到自己的座位上，“旁若无人”地任凭泪洒衣襟。

在埋葬着976名中越边境自卫反击作战烈士的麻栗坡县陵园里，我看见一位来自山东白发苍苍的老奶奶，把从家乡带来的已经干裂破碎的煎饼摆在儿子的墓前，坐在泥泞的红土地上放声痛哭……

曲处长讲到这里，几滴热泪重重滴在玻璃板上（*记者也把即将夺眶而出的眼泪咽进肚里*）……

我之所以谈这一段似乎与您的采访主题无关的往事，就是要说明战争是极其残酷的。死一个战士，对军队和国家来讲是“九牛一毛，沧海一粟”，但对于一个家庭来讲，则是亲人们铭心刻骨永远的伤痛。现在我国在努力倡导用谈判、协商等和平手段来解决国家之间的争端，无疑是深得人心的。当然，如果有人要把战争强加在我国的头上，我们也决不害怕，但在具体战略战术上，应当精心谋划，采取更有效的战法，以国家的巧实力和必要的国家威慑力来达到“不战而屈人之兵”这种战争的最高境界，尽量不死人或少死人。

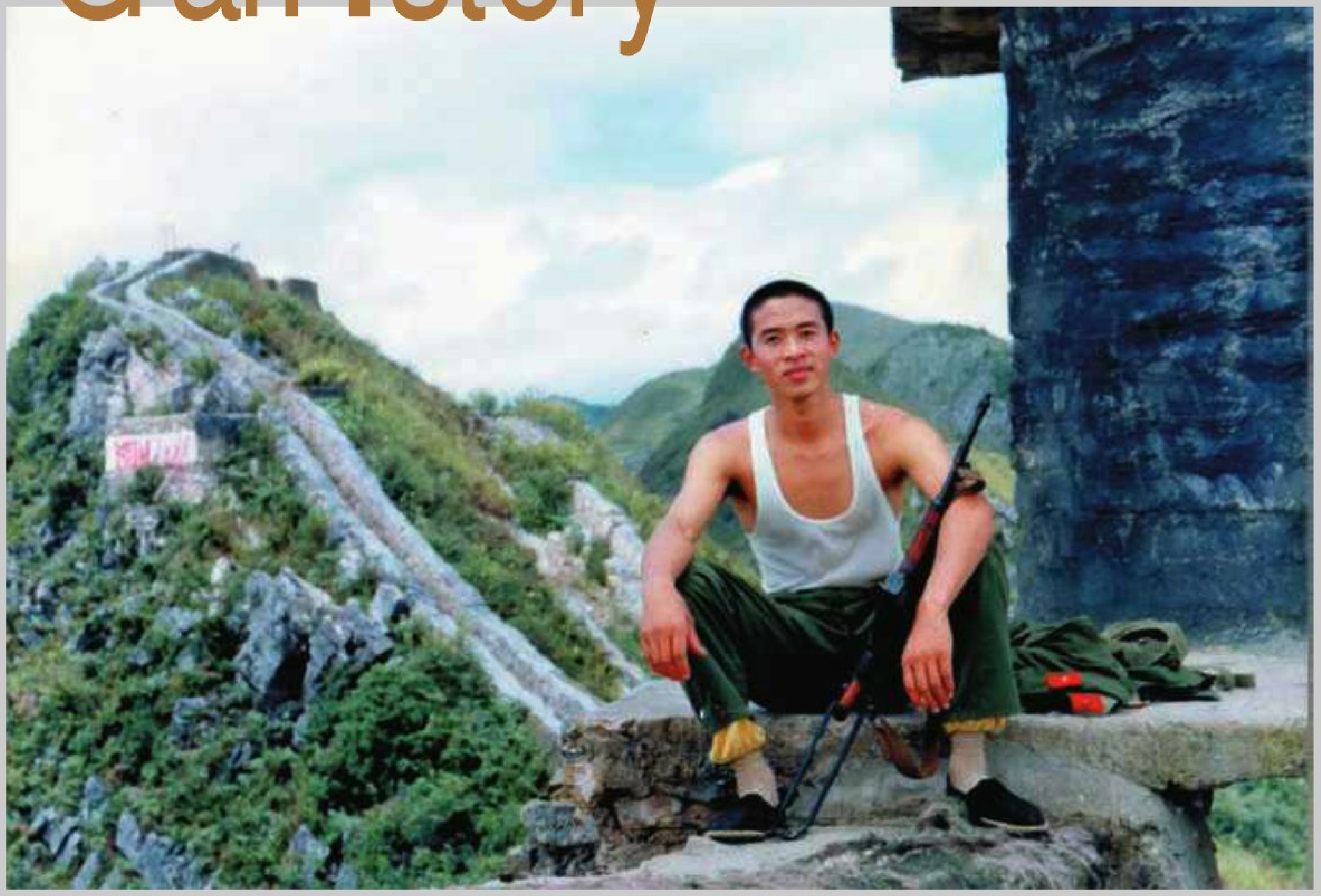
3

现在书归正传，我们经过了5天5夜的铁路开进到达云南省会昆明，然后又以摩托化行军进至文山州，开始为期三个月的战前训练。虽然我们是27集团军，但对外代号是14集团军（T）。在这里我想再多说一句，那次我们27集团军全体参战部队，采用铁路输送和摩托化机动的方式开赴战区，花了几个月的时间才全部投送部署完毕。而现在我军经常举行建制师规模的跨区域军演，不仅动用各型固定翼军用运输机、陆军航空兵直升机，还可征调民航客机远距离投送兵力，使军运速度可以用小时来计算，这是过去不敢想象的。

在战前训练期间，我们除了针对性地练好体能和军事技能以外，重点端正了



▶曲顺平处长在当年法国(越南曾是法国殖民地)与清政府划定的老界碑旁留影。此碑现仍在老山东北方向



▶曲顺平处长在我防御工事前留影

在部队中普遍存在的三种思想。一是畏敌思想。有些人总认为越军如何善战,其特工如何狡猾残暴,这种思想来自某些随意夸大添油加醋的不实传言。当然,必要的措施还是有的。那时部队的岗哨都是荷枪实弹双岗,但个别哨兵由于精神过度紧张开枪的情况也有。二是麻痹思想。文山离前沿阵地还有好几十千米,当地老百姓对这种"准前方"环境早已习以为常,过着安静平和的生活,一些战士由此产生错觉,认为战场不过如此。第三就是急于求战思想,认为来到前线就赶紧打,打完了赶快回去,老练个什么劲儿啊?当然这些思想问题,后来都得到真正的解决,并未在后来的实战中产生什么不良后果。

另外搞好军民关系也是集训期间一个很重要的问题。云南地区是我国少数民族聚居最多的省份,兄弟民族的某些生活习惯、文化风俗和行为举止与汉族有较大差异,搞不好会出乱子的。我们27集团军隶属北京军区,首善之地,理应在这方面做的更出色。事实上,我们部队也真正成为老山战区少数民族心目中的"文明之师",他们编了个顺口溜来夸奖我们"东北虎,西北狼,北京来的小绵羊"。

4

1987年4月,我部开赴老山战区,正式接手兰州军区47集团军的阵地。由于该地区属于热带山岳丛林和喀斯特地貌,洞多谷深林密,地形复杂,敌我双方阵地犬牙交错。为了防止移交阵地时让越军钻了空子,我们采取了两个办法:一是先派干部、班长、老战士到兄弟部队阵地上"实习",了解人家是怎么处理敌情和突发事件的。二是采用撤一个上一个,交替掩护环环相扣,避免产生防守漏洞。

当时,有些固定阵地换人但基本上不换重装备(火炮),所以我所在的高炮旅去了2个高炮营,只有一个营是携带装备的。另外的1个营担负军工任务,说实话,他们是最苦的。

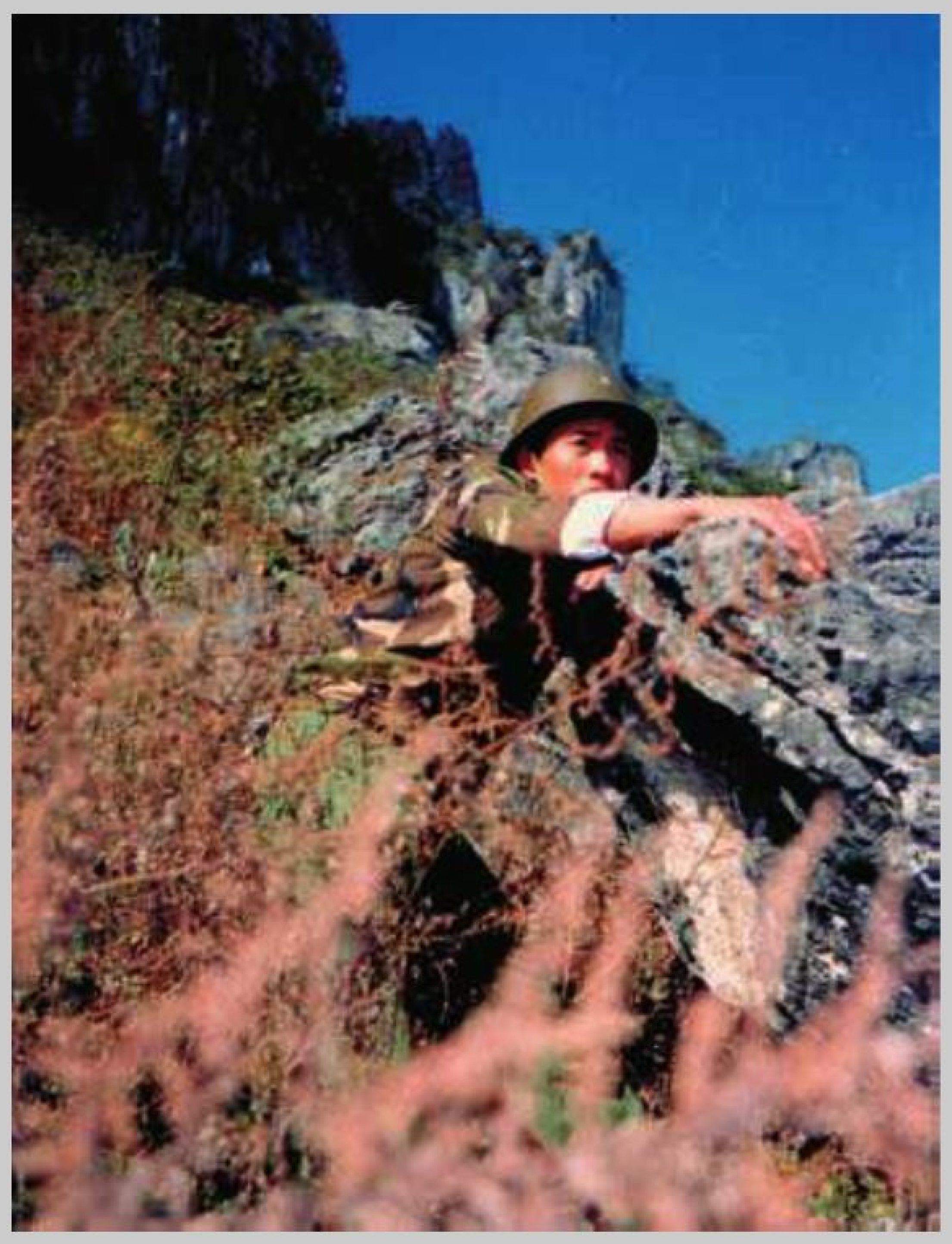
我们营的主要装备是57毫米高炮。由于越军空军的飞机没有出动,所以我们的57高炮就被安排在前沿阵地当机关枪使,以直瞄平射对付越军。当时我23岁,在连里当排长。我们连阵地在老山主峰南坡的一个叫南榔的地方,阵地离著名的"李海欣高地"、天宝农场、八里河东山等敌我双方反复争夺的几个重要阵地都很近。离越军阵地直线距离不足1 600米,在观察镜里看到越军的洞口有脸盆口那么大,非常清楚。高炮原是打高速活动目标的,现在用来打固定目标非常有效,打三发炮弹,第三发保证打进越军的洞里,绝对有把握。

我们连的炮阵地是在47集团军原有阵地上加以扩建而成的。阵地位于半山坡开出的一小片平地上,掩体上面覆盖着拱形的波纹钢板,钢板上还有很厚的石渣和土,相当坚固,没有大口径炮弹直接命中是很难摧毁的。阵地前面就是深沟,敌人打来的炮弹十有八九都落到沟里了。打得稍远一点又飞过我们的阵地落到了后山坡上。所以在一年的作战时间里,敌人的远射程重炮几乎没有伤着我们阵地。但为了以防万一,打完炮我们的战士就会立刻从掩体撤到山背后的防炮洞里去。这样做一是为了防止敌人真的击中掩体,二来也是为了让战士们休息凉快一会儿。因为高炮安放在近乎密闭的空间里,开炮时产生的冲击波非常大,我们都要带着钢盔、耳塞和穿着防震背心,即便这样,也有不少同志的耳膜被震出了血。还有火炮发射后产生的有害烟尘,退出炮膛灼热的发射药筒都积聚在一个狭小的空间里,战士们在里面操炮是很辛苦的。但我们的战士克服了一切困难,勇敢作战。在一次作战的紧要关头,一名五炮手(负责装炮弹的战士),连续装填每夹4发炮弹的弹夹(一个弹夹有近20千克重)50多个,共200多枚炮弹,高炮像机关枪一样,把弹雨倾泻到敌人的阵地上,那叫一个痛快!

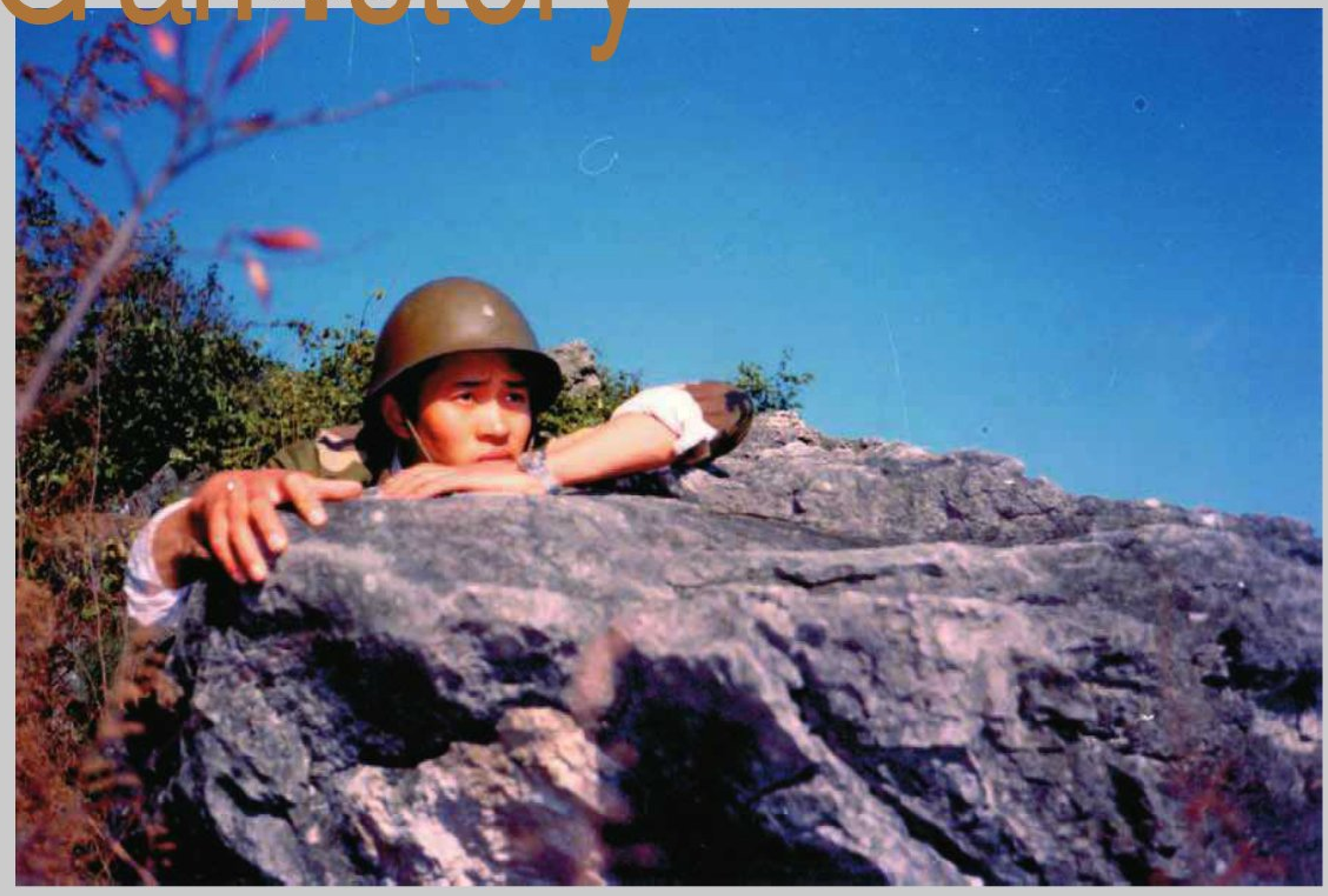
5

老山地区的气候终年都比较热,而且只分雨季和旱季。雨季还好过,因为下雨就凉快一些。但到旱季几乎天天大雾弥漫,而且那雾几乎像毛毛雨一样,当时我住在帐篷里,一起雾帐篷里都渗水珠。战士们住在猫耳洞里就更难受了,又湿又热又闷,身上整天湿漉漉的,非常难受。洗的衣服好几天也干不了,所以战士们索性就赤膊作战。虽然下雨不少,但想出洞凉快一下是极其危险的,

87.
获得更多兵器知识最新期次请访问 杂志惠 http://www.zazhihui.cc/



▶ 曲处长在前沿阵地



▶ 曲顺平处长在前沿阵地侦察敌情

因为随时都可能飞来冷枪或踩上地雷。长期在这种潮湿闷热的环境下生活，很多战士都得了皮肤病。后方送上来的水只够喝的，山泉有也不都能喝，因为那些水都是从腐烂的树叶下流过来的，很不干净，喝了会拉肚子甚至中毒。

战士们的伙食是这样的，猫耳洞小、人数少的一般吃压缩饼干、方便食品和午餐肉罐头，猪肉、牛肉的都有，还有“雪里蕻”一类的蔬菜罐头。由于一线阵地很少吃到新鲜蔬菜，所以战士们很喜欢这类素罐头，到现在我仍喜欢吃这种罐头。人数较多的猫耳洞发煤油炉，战士们轮流做饭，虽然手艺欠佳，但也能吃到东南西北各地不同的风味儿。上级对于一线部队是非常照顾的，地方上的慰问品，总是最早送到猫耳洞里。

在老山的阵地上，除去恶劣的自然环境和随时可能流血牺牲之外，战士们最难忍受的就是长时间的孤独寂寞。几个人一个猫耳洞，“白天兵看兵，晚上看星星。”对故乡和亲人的思恋成为战士们挥之不去的“阵地思想病”。

尽管有着各种生活在大城市里的人难以想象的寂寞和危险，但我们的战士却表现出了极端的乐观主义精神。作战之余，他们用弹皮做成“和平鸽”、用子弹壳做成“项链坠”、“戒指”等各种小饰品，这都是我们老山战士的发明呀！他们当之无愧“新时代最可爱的人”。

6

在一年的作战中，我们连的战绩是：摧毁越军高射机枪3挺，隐蔽的敌人屯兵点3个，消灭越军115人，并且多次为我出击部队提供了有效的火力掩护。乍听起来，这样的战绩似乎并不太大，但要从当时的形势上看。实际上，我们27集团军是西线最后一支参加轮战的野战军了。当时我们的作战方针除了几次较大规模的主动出击作战之外，主要是在某些地区把敌人挤出去。具体讲就是一发现那里有敌人活动就开炮，不让敌人在那里扎根盘踞有立足之地。所以说我们军轮战时，仗已经打得很少了。除了有几次中央军委通过前指下达的出击作战之外，前沿部队很少出击作战，双方猫耳洞的士兵更不轻易主动攻击对方了。不仅如此，有时还会有一些友好行动。阵地犬牙交错，我们的洞在上边，越军的在下面，我们的战士会把吃不了的罐头用绳子绑好，放到下边给越军吃。诸如此类的双方主动“示好”的事情并不鲜见。

7

1988年5月，27集团军胜利完成轮战任务，把老山防务交给成都军区和边防部队后胜利凯旋。我们高炮旅也回到原驻地石家庄市，开始进行全面细致的战斗总结和评功授奖工作。我由于在轮战中表现比较突出被提升为连指导员，具体主持全连的评功工作，亲身体验了一回“仗好打，功难评”。由于参加轮战，很多老战士延长了两年复退。以我们连108个人来讲，全连绝大部分人都是服役五六年的老兵（当时的兵役制是三年义务兵），两年的新兵只有几个人。这些老兵很多都已成家，所以部队回来以后，家属纷纷来队探亲，一时间军营“人满为患”了。在我们国家，立功不仅是一种崇高的政治荣誉，而且与军人退役后的生活工作有着直接的联系。如果立了一、二等功，回到地方可以找一个称心如意的好工作，三等功也有些用处。但如果没立功，在老家又没有什么“门路儿”，那只能回去务农了。当时农村条件还比较差，所以



▶ 曲顺平处长（右一）和前来部队慰问的著名军旅作家“十五的月亮”歌曲的词曲作者石祥老师在57毫米高射炮前的合影



▶1959年式57毫米高射炮



▶国产履带式牵引车牵引行军状态的1959年式57毫米高射炮

同志看得很重，以致于一些过去在猫耳洞里生死相托的战友也争得面红耳赤。那段时间里，我的办公室从早到晚都有来要功的人，有战士们自己来的，也有带着妻子儿女一大家子来的。大吵大闹哭哭啼啼什么样的都有，弄得我真有点"焦头烂额"了。但我又不能对自己昔日同生共死的战友动怒发脾气斥责，只好苦口婆心讲道理、摆政策，并尽量采用一些变通的办法，争取让每一个前来申诉的人都满意或比较满意。但原则的底线是不能突破的，如政策明文规定，战伤者可以评功授奖，但自伤误伤不行。我们连有一个河北蔚县籍的战士就是这种情况，所以未被评功。事情是这样，我们连的阵地前面是悬崖，越军上不来，但左右两边相对比较平坦，为了防备越军可能摸上来捣乱，我们就在那些地方布了岗哨，而且设置了铁丝网，网上挂了些空罐头盒，这样晚上越军一碰，就有了响动，哨兵会开枪。那天夜里是这个战士站岗，当他听到铁丝网那边有动静，马上开枪。可能是他太紧张了，枪弹打在哨所工事的波纹钢板上后反弹回来打在他的手臂上致伤，结果他非要按战伤立功。我向他明白表示，他属于误伤。但他不服气，又带着他爱人来哭闹，经过了我多日说服，才了结此事。同时我也在政策允许的范围内尽可能地给他一些经济补偿。

8 在这次轮战中，我们连108个人没有发生一起非战斗伤亡事故，这在当时也是比较好的。老山战区的非战斗伤亡主要是两个原因，一是非作战时期敌人的冷枪冷炮所致，还有就是误踩地雷造成的。而后一种造成的非战斗伤亡更多。那时的老山前沿阵地几乎遍地是雷，一支部队上阵地作战，就埋下一批地雷，另一支部队接防又会再埋一些地雷。再加上老山地区雨水很多，有时一连几天大雨倾盆，山洪和流水会把一些地雷冲出来，堆积或“搬运”到另一个地方。原本没有雷的地方，一场大雨过后，可能会被“老天爷”布上雷，雷场界限和位置很难精确。更何况还可能有越军特工偷着溜过来埋的雷，总之处处是雷场。所以我们反复强调：“要想活着回去，就不要乱走半步！”当然我们的行军巡逻路和猫耳洞及炮阵地都经过了工兵仔细探测排雷，是绝对安全的。由于我们严格执行战场管理制度，所以才没有发生非战斗伤亡事故，这也是我感到很欣慰的。

越军的游击战术应该讲是很到位的，他们也比较顽强，但在我们部队熟悉了他们的打法以后，再加上我们有强大的炮兵火力，越军基本上没有占什么便宜。

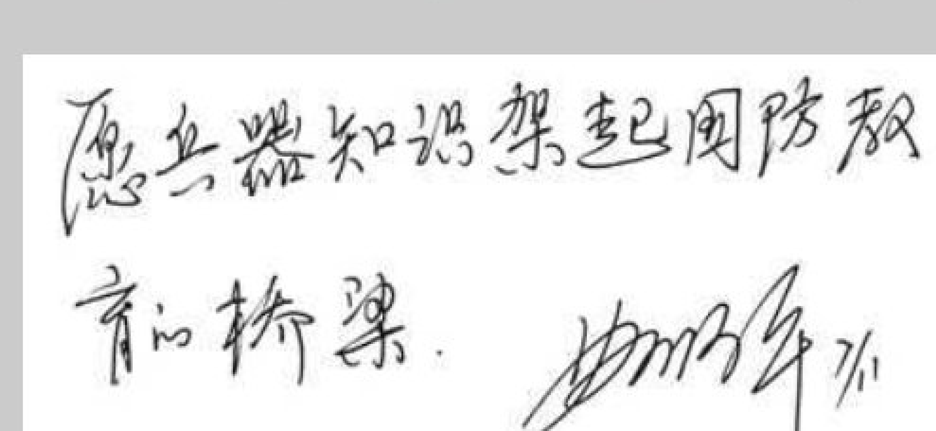
9 高科技装备的优势在那场战争中已经有所显现。当时我国从国外引进了两部专门侦察迫击炮发射点的“辛柏林”炮位侦察雷达，它在敌人迫击炮发射后极短的时间里，即可精确测得其炮位，我军马上炮火定点清除，很厉害。后来其中的一部雷达被越军给炸坏了，修复后停放在石家庄军械工程学院，我曾经去看过，从中也体会到了我们国家的工业水平与西方大国的差距。我国有关兵工厂在修理完“辛柏林”雷达后，在外壳缺损处，又喷上了我们自己的绿色油漆，从颜色上看与原来的漆差别不大，但在太阳光的照射下，我们的漆是烫手的，而人家的漆则与常温一样。毫无疑问，洋漆的防红外探测性是很好的。

10 记者为了采访曲处长，事先查阅了一些相关资料，发现在1988年的北京军区《战友报》上有一篇有关曲处长的“有功不要功，让功最光荣”的报道，讲的是曲处长主动让功的事迹。记者想请他谈谈这方面的事，曲处长听罢淡然一笑，说：“这没什么可讲的，当时我已经被破格提升为指导员了，而我的同学和战友还是排长，好事儿别都让我一个人占了啊！”

夕阳的金色余辉照在曲处长办公桌玻璃板上那几滴未干的泪珠上，折射出一缕缕炫目的光华……



▶曲顺平处长与本刊记者的合影



[闫羽同志为本文的采访提供了很大帮助，在此谨致谢意！]

编读问答

范小淹：近来埃及形势巨变，但我很关心其治下的苏伊士运河的过去未来，烦请贵刊详言解答。

小编：范文公正的后代你好？心忧天下，颇有祖风值得褒扬。限于版面篇幅所限不能详答，介绍一下苏伊士运河的概况吧。苏伊士运河是沟通地中海和红海的著名国际通航运河，位于埃及东北部，为亚非两大洲的分界线，全长161千米。1859–1869年间由以法国为主的“国际苏伊士运河公司”征用数十万埃及廉价劳力开凿而成，1869年11月正式通航，长期由英法联合经营。1956年埃及政府将其收归国有，同年10月英法以三国以此为借口发动侵埃战争，但以失败告终。1967年中东战争时一度停航。1975年6月复航。1978–1980年埃及政府进行了第一期扩建计划，使满载15万吨、空载35万吨巨轮通过时间由15小时缩短至11小时。苏伊士运河的通航使大西洋沿岸到印度洋的距离比绕南非好望角缩短8 000千米，地中海沿海沿岸和黑海沿岸缩短10 000千米左右，大大节约了航行时间和费用。运河地处欧亚非交界地的要冲，具有极其重要的战略价值。1986年美国海军宣布其为要控制的16个海上航道咽喉之一，美军航母也经常通过苏伊士运河。同时运河也是埃及本国的重点设防区，塞得港和苏伊士港都有海军基地，阿布苏韦尔建有空军基地。虽然当前埃及国内形势剧变，但苏伊士运河的正常通航应该是没有问题的。

微博互动

欢迎读者朋友在网上与我们沟通和交流！您感兴趣的话题，您的评文评图，将是我们的工作动力。

《兵器知识》官方微博：weibo.com/bqzs

《兵器知识》主编瞿雁冰微博：weibo.com/qyb2011

试卷高手

HOW SHARP ARE YOU

想让别人相信你是兵器知识的路路通？先别急，来做做下面的考卷，然后你就知道自己是兵器知识的试卷高手，还是撕卷高手了。

一、填空题

1、我国第一次向国外出口液体发动机的(　)地地导弹是在(　)，买方主管是(　)。这种导弹可运送爆炸当量在100~300万吨TNT当量的核弹头，也可运送2 150千克的常规高爆炸药弹头。该弹的最大射程是(　)。我军第二炮兵部队在(　)开始部署装备。

2、东风-1地地导弹是在仿制苏联P-2导弹的基础上由我国自行制造的，而P-2导弹是仿自德国的(　)导弹。

3、(　)地地导弹是我国自行研制的第一型地地导弹，该弹的第一发试验弹在发射中坠毁。

4、(　)是我国第一种液体发动机洲际弹道导弹。

5、(　)地地导弹是我国第一种固体发动机洲际导弹。

6、(　)是我国陆基固体发动机洲际弹道导弹的潜用型，目前已成功装备于我国最新研制成功的(　)上。

7、我国发射的第一颗人造地球卫星(　)是用(　)改制成的长征-1号运载火箭发射成功的。

8、我国最早从事导弹研究的机关是(　)，后来该院分成几个研究院，分别从事地地、地空、反舰、发动机、卫星的研究，形成了一个门类齐全、技术力量强大的尖端武器研制体系，从而使我国在这方面处于和西方军事强国比肩而立的地位，也是我国成为(　)的强大物质基础。

9、虽然当时我售出的导弹性能并不先进，当时在关键时刻还是对引进国发挥了重要作用。1990年8月2日，伊拉克悍然入侵科威特，10万大军逼近沙特东部领土。沙特紧急启动战备程序、多枚从我国引进的地地导弹被运往发射基地，这一举措被该国电视台公开报道，有力地震慑了萨达姆企图进攻的野心。事后，沙特防空军司令发自内心地说(　)。

(将本页翻转180°，可见填空题正确答案)

搜天下

第一次鸦片战争英军舰队指挥官用的单筒伸缩式望远镜

北京　虎　文



英国远征舰队攻打虎门要塞时使用的舰炮1:1的复制品

中　宣



猜三国

上期三国人物名谜底：关云长

本期三国名人谜语：

寒凝大地发春华

(谜底为两位三国人物名)

本期答案

一、填空题

本期答案

①、东风-3地地导弹　1986年12月 沙特王室苏尔坦亲王　2 650米　1971年 ②、东风-1 V-2 ③、东风-2 ④、东风-5 ⑤、东风-31 ⑥、巨浪3新型弹道导弹潜艇 ⑦、东方红1号 东风-4 ⑧、国防部第五研究院　在世界上有重要影响的大国 ⑨、东风-3导弹是让伊拉克总统萨达姆不敢造次的少数筹码之一

2011年第12期评刊结果

A、你最喜欢哪篇文章：
我在台湾飞行

B、你最想点登的话题：
中国周边形势和危急程度

C、你最喜欢哪幅彩页：
英国45型驱逐舰“无畏”号(D33)进行海试

D、你最喜欢哪篇文章的版式：
成语漫画

2011年第12期 热心读者

广东广州	麦小垒	上海闵行	汪　峰
山东菏泽	吕　范	北京东城	戴　鹰
江苏南京	尚　云	山西太原	刘　川
江苏镇江	张　笑	河北石家庄	摄　远
河南开封	江　涛	天津和平	张　杨

2011年度《兵器知识》最佳读者

湖南长沙	孙　涛	北京海淀	何　楠
江苏南京	王　熙	辽宁沈阳	张　祥
山东烟台	张　皓	黑龙江哈尔滨	杨　好
云南昆明	穆凤珍	陕西西安	孙　仁
山东利津	薄禄本	山东济南	王凤梧

ORDNANCE KNOWLEDGE
《兵器知识》2012年第2期评刊表

非常感谢您对《兵器知识》的支持，为帮助我们把杂志办得更好，请填写下列项目(可复制)。

来函请寄：北京2431信箱《兵器知识》杂志社 读者评刊组(100089)

编辑短信“兵器知识#+英文代码+文章编码或彩页编码+英文代码+文章编码或彩页编码……”(如“兵器知识#A0101”，A代表“你最喜欢哪篇文章”，0101为文章编码)，或“兵器知识#+留言”，联通发送至106691600，移动发送至10666123，只需通信费0.1元/次。每月遴选10位热心读者，并赠纪念品一份。

姓名：______联系电话：______

通信地址：______

邮编：______电子邮件：______

性别：______年龄：______受教育程度：______

A 你最喜欢哪篇文章：

B 你最想点登的话题：

C 你最喜欢哪幅彩页：

D 你最喜欢哪篇文章的版式：



1 在现代战争中，除了陆海空天的各型新式武器的捉对厮杀之外，还有一个既看不见火光冲天又听不到山崩地裂的战场，但这个战场却决定着现代战争的胜负，这个战场就是电子战场。1904年4月14日凌晨，两个帝国主义国家为争夺某个庞大没落国家而发生了一场一边倒的“不对称”战争，结果占有电子战优势的一方取得了胜利，而另一方则悻悻而退。这是世界公认的电子战的开始，因而也被叫作“电子战元年”，那么这两个“狗咬狗”的国家是哪两个国家呢？

A.日本和俄国　B.俄国和奥匈帝国　C.英国和法国

2 那时电子战使用的是无线电发报机的鼻祖—火花发报机。这种发报机是利用高压电源不断为一个电容器充电，电容器的两端电压会迅速升高，直至到达火花间隙的击穿电压，于是，上万伏电压化作一个电流脉冲到达另一段电路。这脉冲通过天线将震荡能量辐射出去，就完成了一次电磁波的产生和发射。这个火花发报机的发明者是谁呢？

A.贝尔　B、马可尼　C、波波夫

3 任何科学试验都是从低级到高级循序渐进发展而来的，火花发报机的通讯距离也是由近及远的，从最初的1.5千米、19千米，后来在1901年达到了多少千米呢？

A.1 000千米　B、2 000千米　C、3 000千米

4 火花发报机的研制者从1895年开始投入实物实验，到1900年获得“无线电通信技术”专利，虽然只经过了5年的时间，但从他申请专利号的排序上可以看出已经有多少有志于无线电通信的人付出了多大的努力，那么这个专利号是多少呢？

A. 7777号　B、3840号　C.9541号

5 光有了发报机是不行的，这种“剃头挑子一头热”的奇巧之物并无多大实用价值，所以必须要有一台与之配套的接收机。接收机的工作原理就是收到的火花发报机发出的电磁波，经过矿石检波器滤掉没用的负半周，经过选频电路滤出载波所还原出的信号，此信号可直接输出到耳机。由此我们可以看出矿石检波器是最重要的原器件了，那么这种矿石究竟是什么呢？

A.黄铁矿　B.方铅矿　C.磁铁矿

6 矿石接收机的矿石之所以必须选用某种特定矿物，是因为这种矿石必须具有单向导通的特性，即对于某个方向电流阻抗很小（允许这个方向的电流顺利通过）而对于有相反方向的电流阻抗比较大（不允许这个电流通过）。这种材料有一个至今人们仍在使用的专用名称。

A.超导体　B.导体　C.半导体

7 矿石接收机风行一战时，它造价便宜，构造简单隐蔽性好，使用安全。它与火花发报机结合一体成为当时参战国陆海军通用的通信手段。当时每一艘舰船上都有一个专门用于发报和接收的通讯室，是船上的机要部门，除了电报员和舰长之外，别的舰员是绝对禁入的，那么这个舱室又叫什么室呢？

A.马可尼室　B.伏打室　C.麦克斯韦室

8 火花发报机和矿石接收机组成的通信系统虽然有很多优点，并广泛得到使用，但它有一个先天不足的毛病就是无法将功率集中到一个频率上发射，每个火花的产生都会在非常宽的频带上向外辐射能量，对频段的浪费严重。因而在一战结束后很快就被电子管无线电台取代，但后来它有了一个新的应用领域，这个领域是什么？

A.空军专用通信　B.电子对抗　C.对潜通信

9 上世纪五六十年代，矿石收音机曾广泛为我国业余无线电爱好者所喜爱，并自己动手装配矿石机用于收听广播。这种矿石机的核心和一战时的矿石接收机构造大同小异。但它们相比有一个很大的不同，您知道是什么？

A.体积大小差异很大　B.一战时矿石机不用电池
C.五十年代矿石采用粉末冶金压铸

10 火花发报机和矿石接收机的年代早已结束了，但由此而开始的人类无线通信历史却方兴未艾，继续在人类社会经济文化军事历史的发展中起着决定性的作用，并不断发展演化成当今风靡世界的？

A.模糊数学　B.模拟技术　C.信息技术

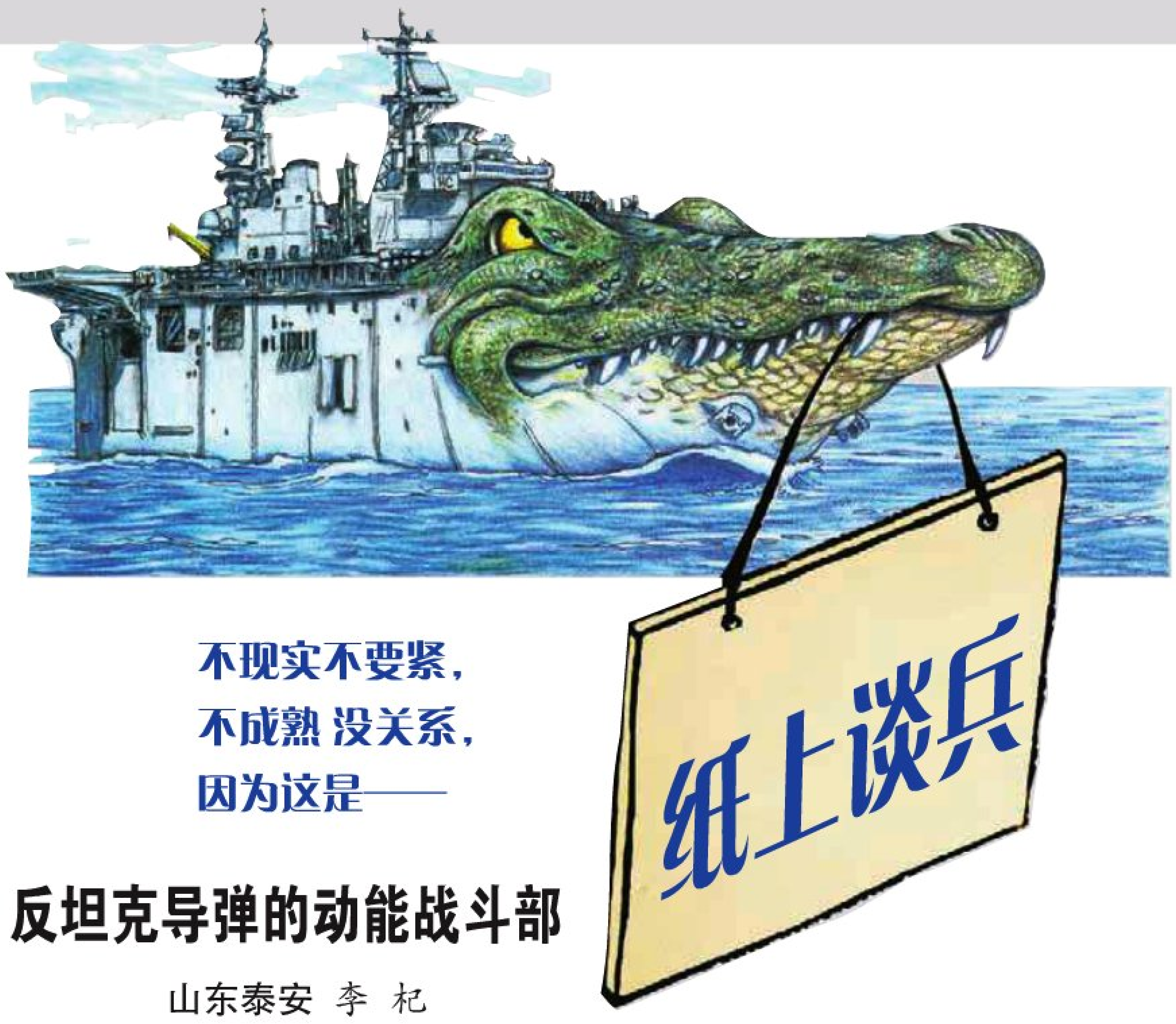
上期军迷堂答案

1.A 2.A 3.A 4.A 5.A 6.A 7.A 8.A 9.A 10.A

本期获奖读者为四川成都136····7452、哈尔滨138····9546。请两位朋友于2012年1月20日前与杂志社（13693316275）联系，以领取您的纪念品。

我们的交流平台是106691600。编辑短信“兵器知识#01+你的答案”，如“兵器知识#01ABCBBACBAC”联通发送至106691600；移动发送至10666123。通信费0.1元/次。

每月我们将从短信竞答全部正确的读者中，抽取2名读者，各奖励价值200元的进口锌合金苏-27战斗机模型一个。欢迎广大读者朋友踊跃参加！



不现实不要紧，不成熟 没关系，因为这是——

反坦克导弹的动能战斗部

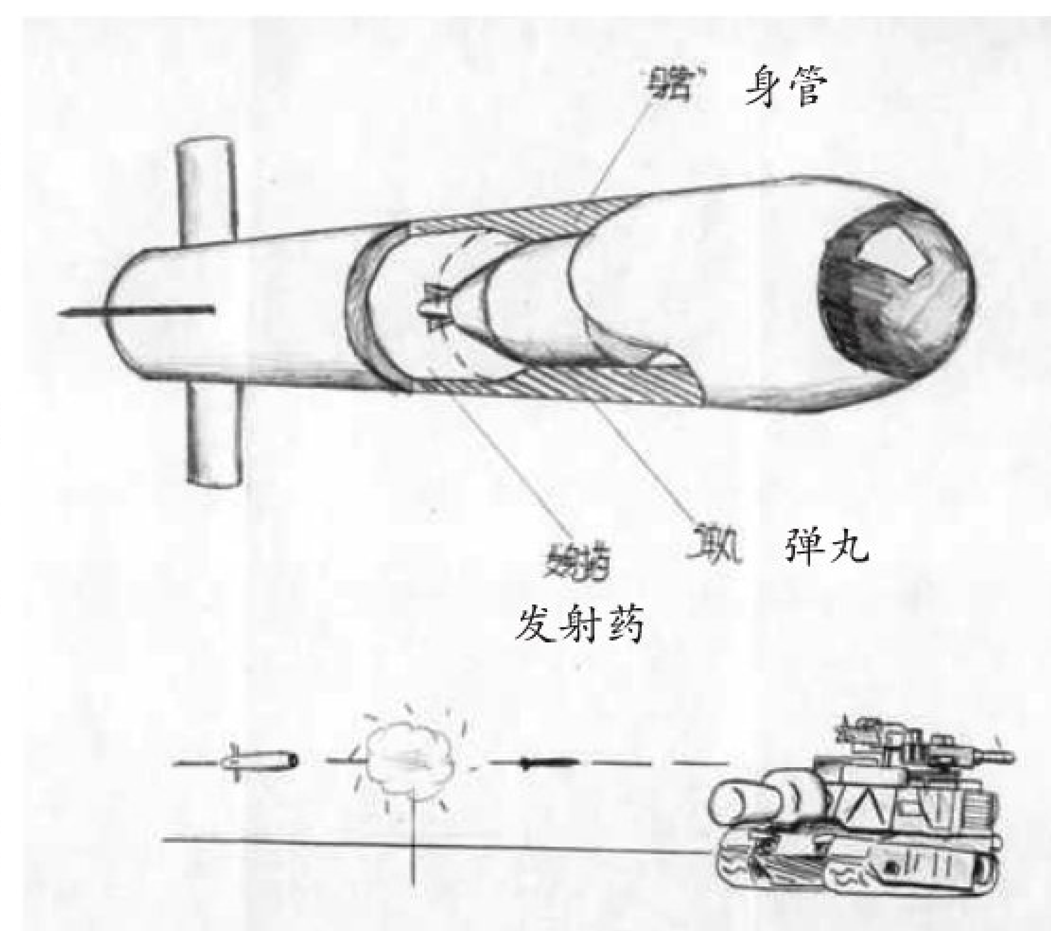
山东泰安 李杞

自从反坦克导弹问世以来，尽管制导方式千变万化，但一直采用锥形装药破甲战斗部、复合装甲和反应装甲的出现使得破甲弹的威力大打折扣，简单的栅格装甲也是破甲弹的噩梦，不过尾翼稳定脱壳穿甲弹却不怎么吃这一套，在“硬碰硬”中它们都是浮云。

美国曾开发国高速反坦克导弹系统（LOSAT），利用发动机推动导弹达到高速以撞击目标，但发射的巨大冲力使它难以使用常见的发射装置发射。

设想的动能反坦克导弹将沿用现有导弹的制导部分和推进装置，只是战斗部有新变化，与破甲战斗部不同，新战斗部更像是一枚脱壳穿甲弹，弹丸可以直接采用120mm/125mm炮弹的“火炮身管”，仅起到定向的作用，长度尽可能缩短，因此而损失的动能将通过增加发射的药量来弥补，这样战斗部射出的弹丸将拥有有大口径滑膛炮相近的威力。

导弹的发射与现有的反坦克导弹相同，当导弹飞行至适当位置时引爆发射药射出弹丸，弹丸继续前进击穿装甲，摧毁目标。

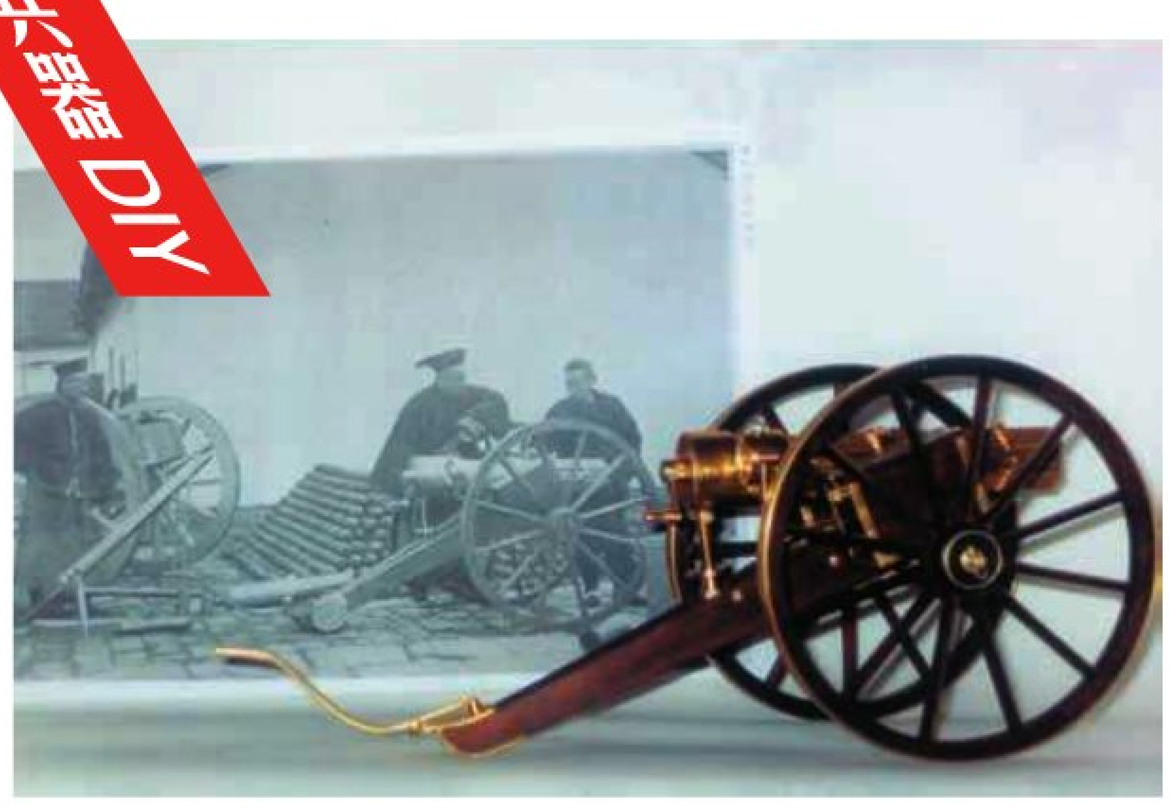


专家点评

我们赞赏李杞读者的这种“重在参与”的可贵精神。反坦克武器多种多样，但究其破甲工作方式不外乎两种，即化学能破甲（采用高爆炸药和空心装药）和动能破甲（高比重合金弹高速穿甲）。李杞读者设想的是把现有反坦克空心装药战斗部去掉，改装钨合金尾稳弹。这样改装并不困难，但是动能穿甲弹之所以穿甲是赖其高速，现在高速脱壳尾翼稳定穿甲弹的初速超过或接近2 000米/秒，而反坦克导弹的速度是多少呢？我国的红箭-8反坦克导弹在性能方面也是比较先进的，其速度才220米/秒。李杞读者所设计的动能穿甲弹如果也是这样的速度，其穿甲效果就要大打折扣了。另外，现在全世界绝大多数反坦克导弹也都和红箭-8差不多了多少。综如上述，所以我们认李杞读者的设计有欠周全。（甲 文）

欢迎广大读者朋友踊跃投稿，稿件通过邮寄或发电子邮件均可。我们的邮箱是：bqzszstb@126.com

兵器DIY



清朝南京金陵兵工厂仿制的法国37管阿格玛尼机枪 北京 张鸿铨



歼-10战斗机 阜新 王越

兵迷喜欢造“兵器”，他们把自己对兵器的热爱融进了对自己制造兵器模型之中无论新旧、冷热、古今中外的兵器，在这些能工巧匠的手里都有了鲜活的生命。

军品模型天地

拼装模型（树脂）

99式坦克（带蚀刻片）（1:35）	138元
中国98（96）式坦克（1:35）	65元
美国M1A1（M1A2）（1:35）	65元
英国挑战II坦克（1:35）	80元
英国AS-90加榴炮（1:35）	80元
歼十A（猛龙）战斗机（1:48）	168元
美国F-22战斗机（1:72）	72元
SU-30（35）战斗机（1:48）	75元
136（168）驱逐舰（1:350）	80元
尼米兹航母（1:500）	145元
密苏里号战列舰（1:350）	145元

军舰.航母.潜艇模型

中国航母（1:350）特价	5800元
中国航母（1:500）特价	3900元
中国航母（99镀金）（1:500）特价	9600元
136/168/170/171（1:300）	1500元
136/168/170/171（1:200）	2600元
基洛级潜艇（1:144）	1600元
中国核潜艇（1:144）	1800元
美国尼米兹级航母（1:500）	1900元



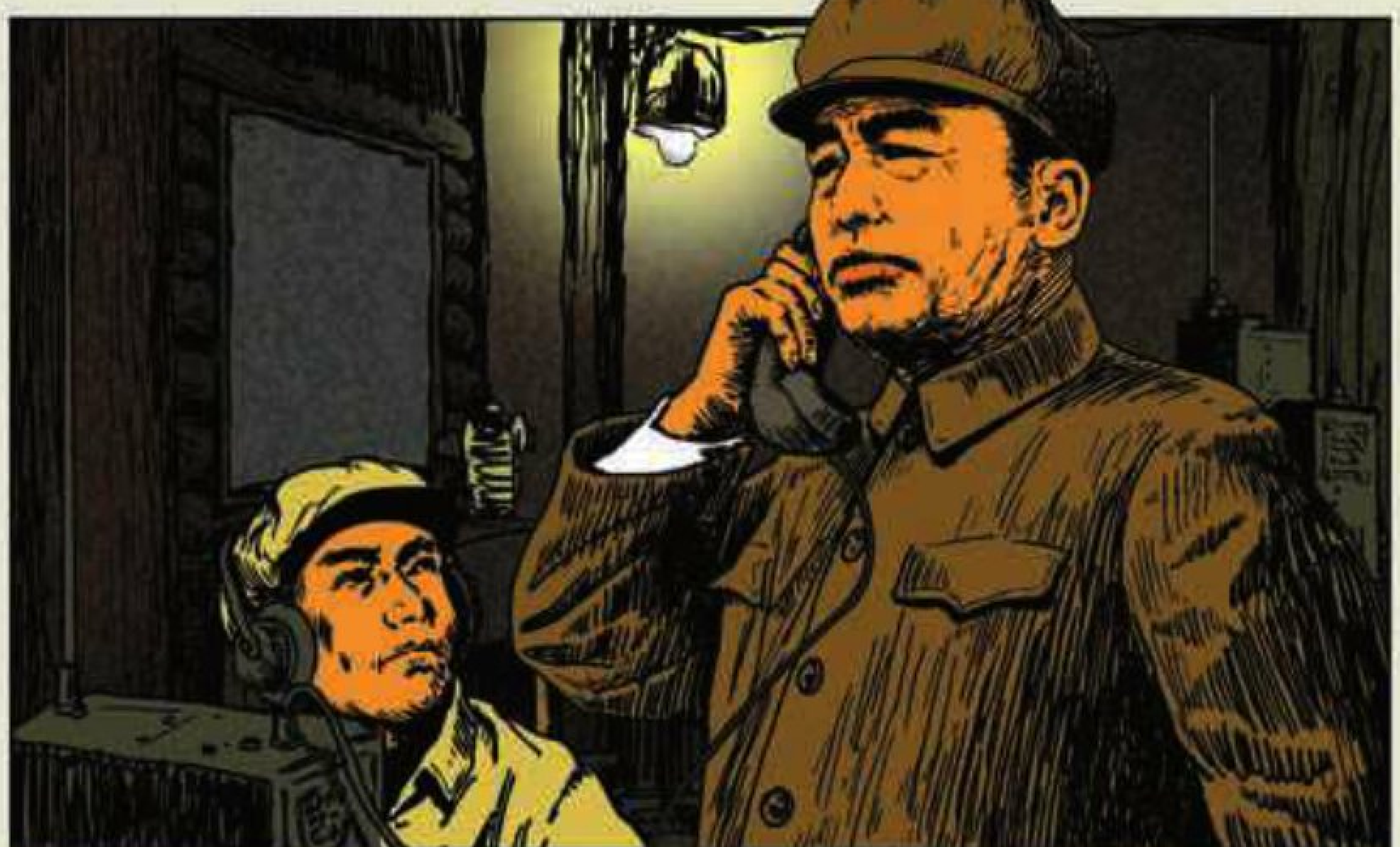
汇款地址：北京市2431信箱兵器知识杂志社发行部 靳旺各（收） 邮编：100089 咨询电话：010-68965316 13501387946
汇款时把姓名、地址、所购货名、联系电话写清楚，以确保及时投递（所有产品免邮费）另有更多产品请发短信索取图册.

[文章编码0219]

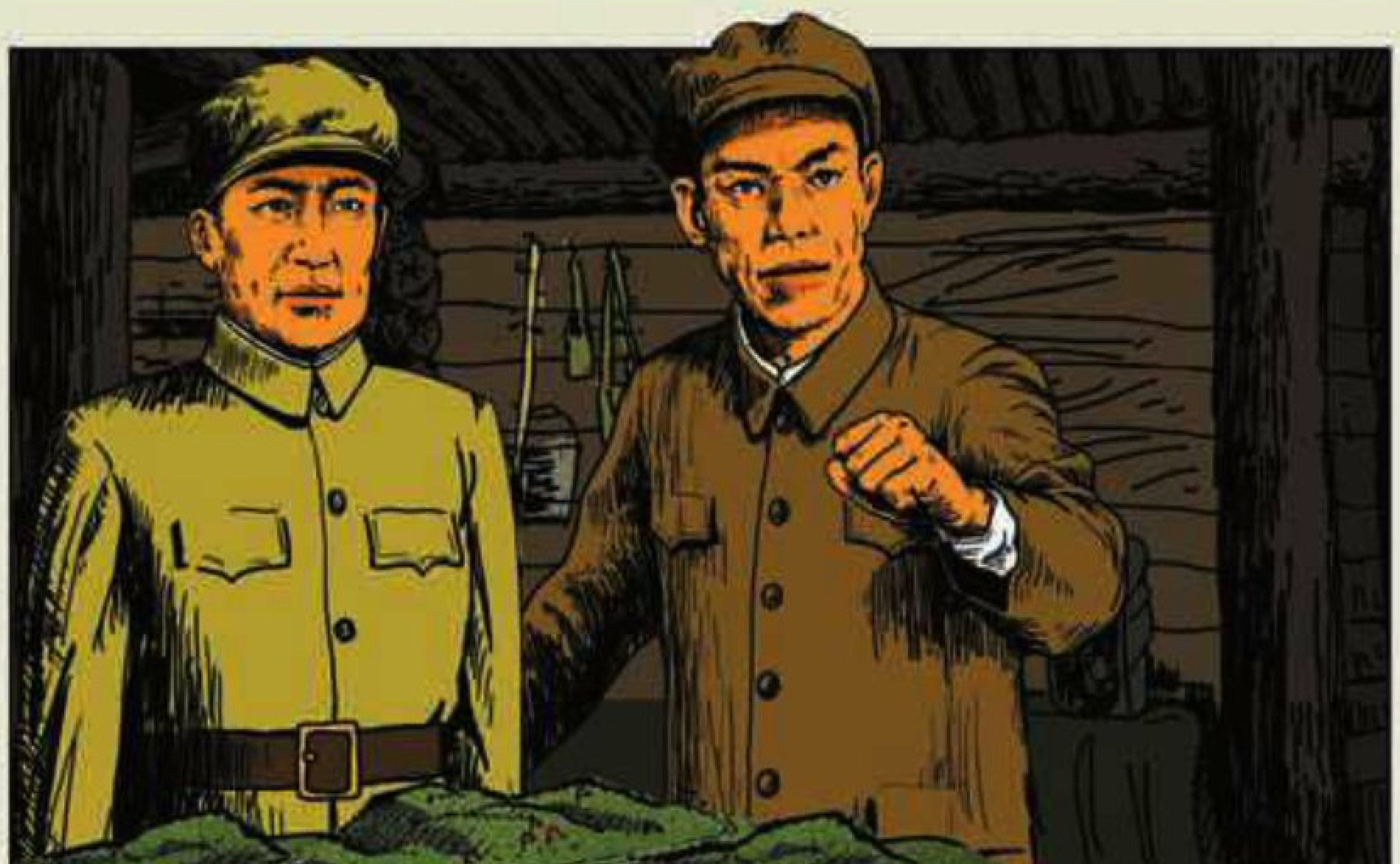
这个成语本出自《晋书》，是说十六国时期的前凉王朝，陇右、西平等郡发生反叛，西平大族中的田旋到酒泉游说酒泉太守马基："卫綝从东攻打张瓘，我们阻隔张瓘的西面，这样不出六十天，斯闭口捕舌也。"这个成语的意思与瓮中捉鳖类似。古为今用，彭老总正是看中了二次战役中的这个节点，武陵桥，炸了它就闭了口，伪7师就成了"舌头"，不是吗？

绘图/佐 项　　撰文/佑 协

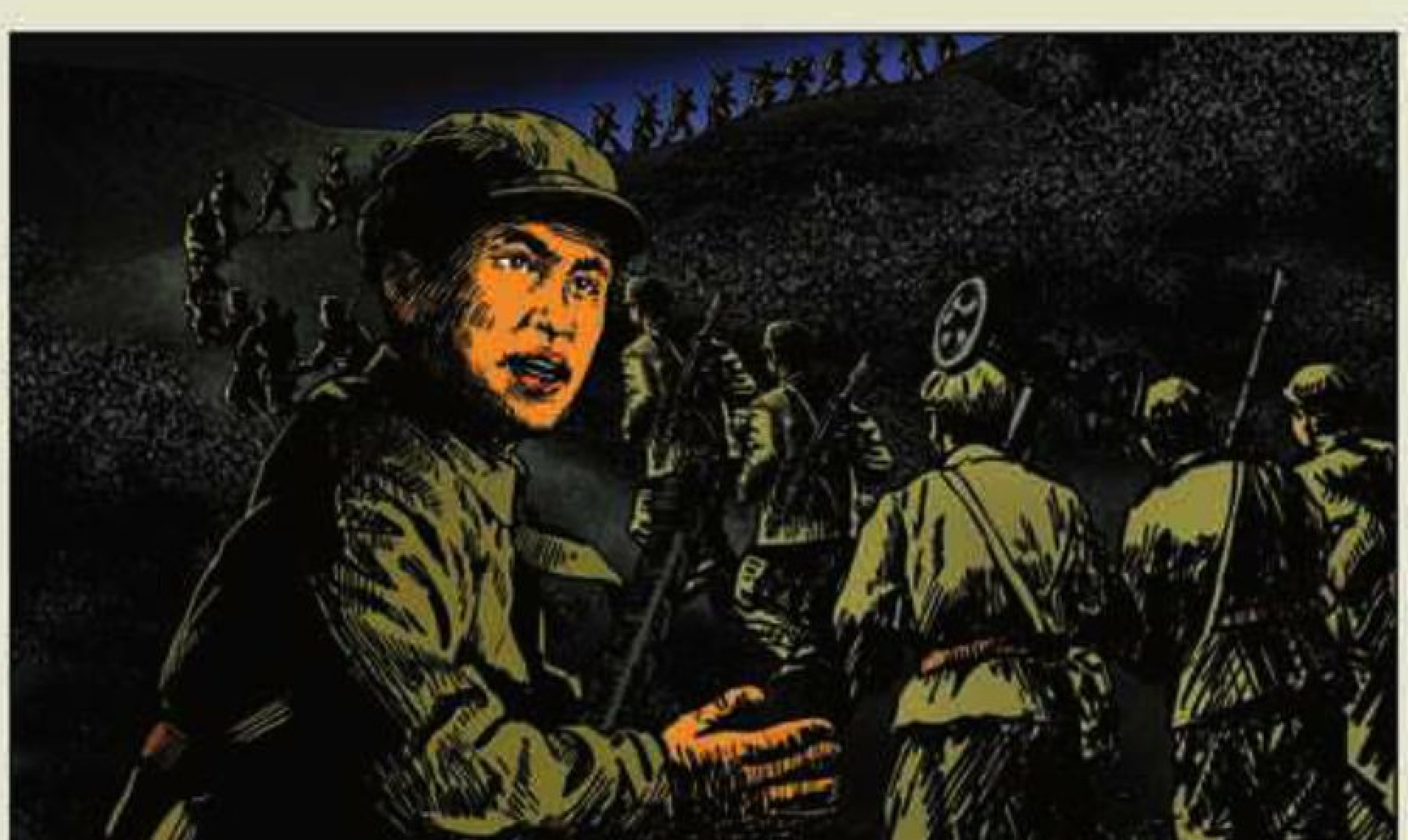




1 1951年11月底，志愿军司令彭德怀发布命令：进行彻底扭转朝鲜战局的第二次战役。38军军长梁兴初立下誓言拿下德川，消灭南朝鲜伪7师。彭总闻听，笑着说："梁兴初口气不小嘛！"。"军中无戏言"，梁军长立刻进行作战部署。



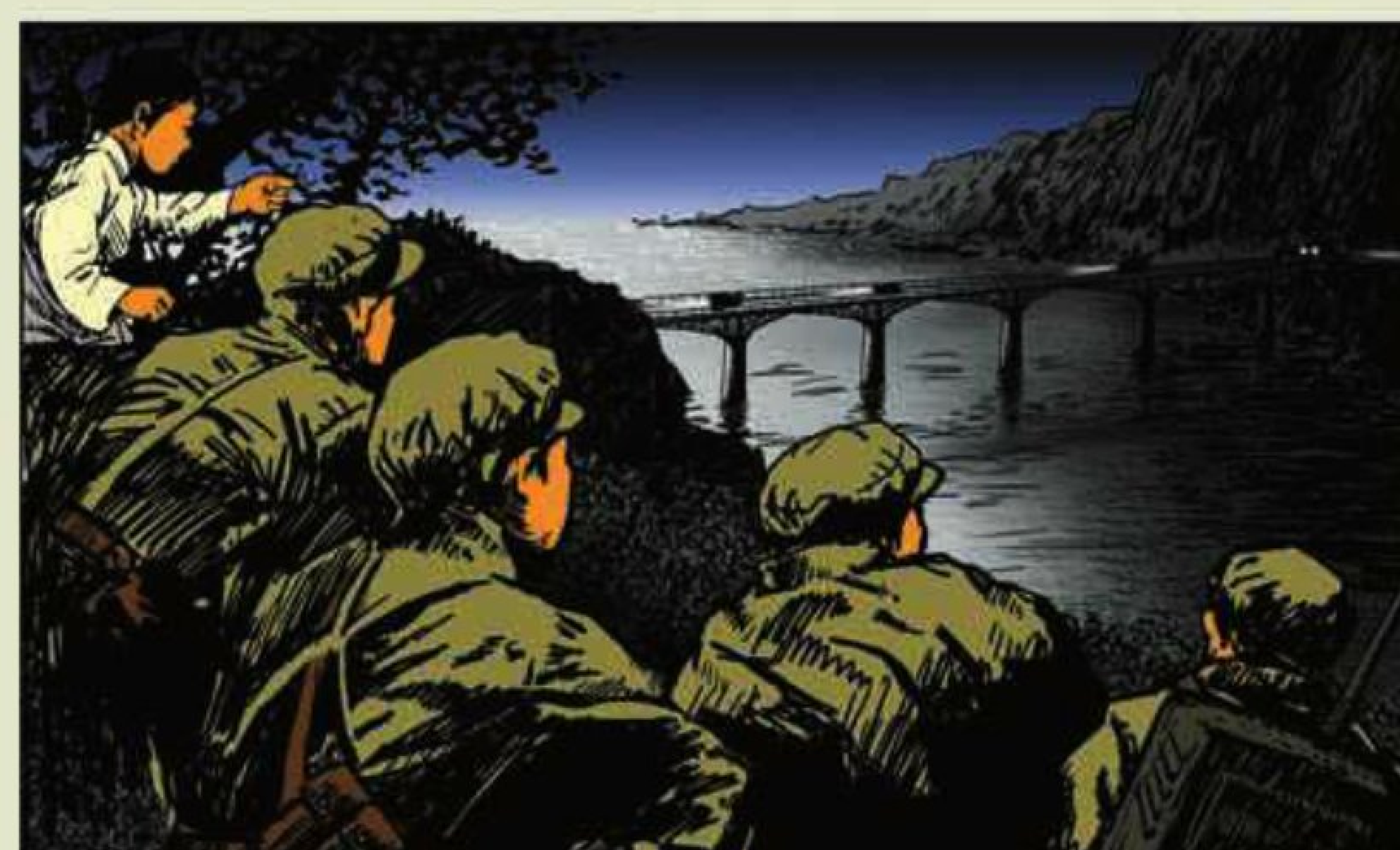
2 38军的113师必须两次渡过大同江，才能北攻德川，伪6师可能通过武陵大桥北援德川，而对大同江水情及武陵大桥情况不明，必须派先遣支队前去侦察。11月24日，张魁印率部队和电台来到军指挥所。梁兴初军长及各位军领导当面向他布置了作战任务。



3 梁军长召开军党委作战会议研究决定由军侦察队长张魁印，113师侦察队队长周文礼率领军师两级侦察队及两个工兵排共323人组成先遣队，携带炸药和精干装备，从伪7师、伪8师接合部，插向德川以南、北仓以北的武陵里，炸毁大桥，阻断敌南逃之路。



4 先遣队昼伏夜出，按时到达目的地。在大同江武陵渡口的小镇，先遣队出其不意巧捉俘虏，然后乔装伪军从水下桥涉过江去，并及时把大同江水情及敌情通知军部，完成了第一个任务。

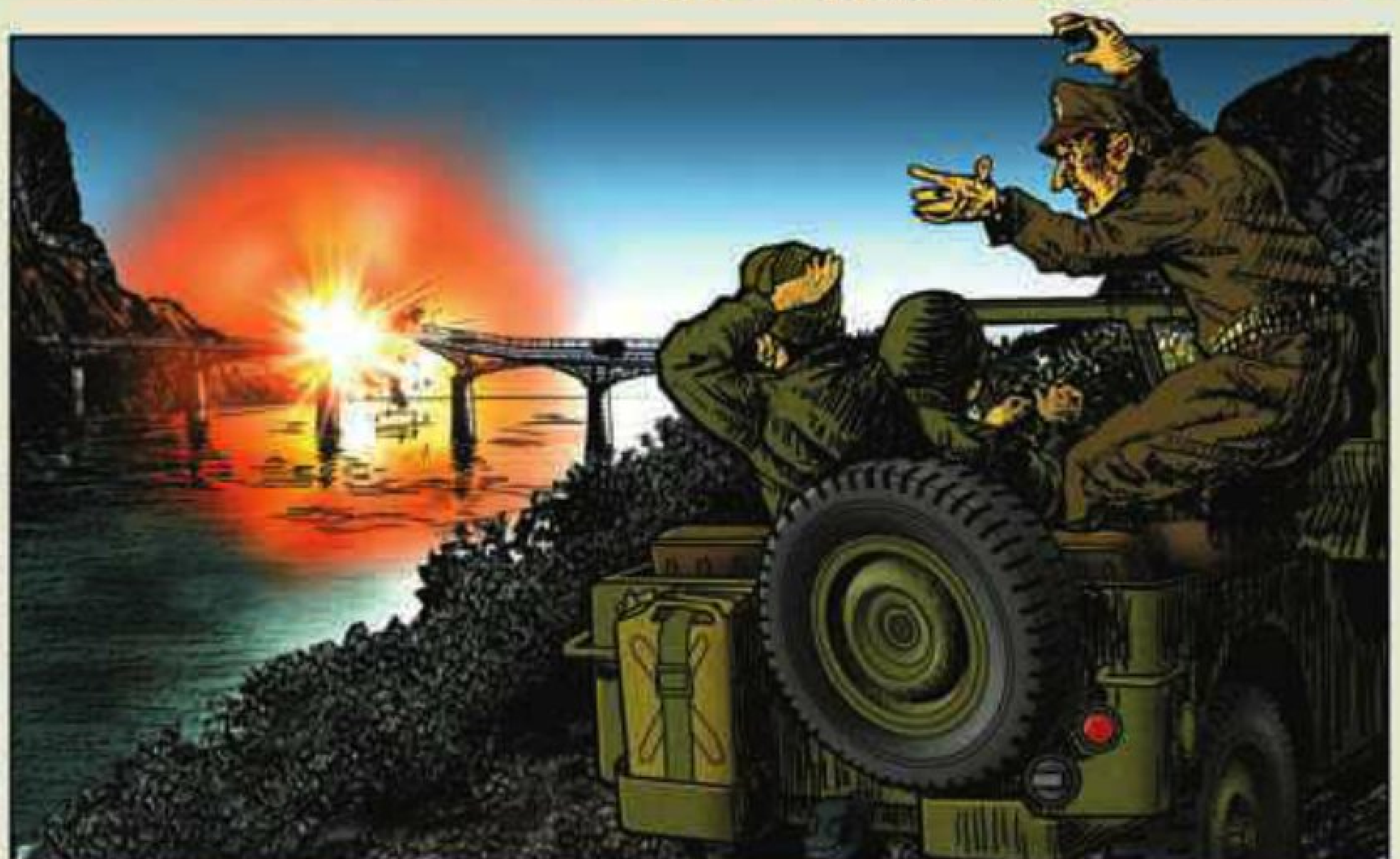


5 梁兴初军长接到报告后，非常高兴，电告先遣队："德川打响后炸毁武陵桥！"收到军长电报，张魁印率部走在崎岖的山路上，向武陵里前进。在游仙峰，通过朝鲜劳动党的协助，他们找到一位朝鲜小女孩，由她带队来到武陵里。



6 武陵桥架设在大同江险要之处。先遣队解决了守桥伪军之后，一班副班长姜兴玉带领爆破组来到桥下，可桥墩太高，搭了两层人梯还够不到顶部，姜兴玉只好抛出铁抓钩钩住桥顶，徒手攀登上桥墩，把40千克烈性炸药安放好。





7 这时站在桥头已能听到德川方向炮声隆隆。敌人的5辆弹药车向北疾驰而来，爆破组撤到安全地带。在汽车离大桥还有50米时，姜兴玉拉响导火索迅速跳下桥墩。轰隆一声巨响，武陵桥和那5辆弹药车一齐掉进大同江。



8 炸桥任务完成后，张魁印断定敌人必拼死抵抗，于是命令部队抢占552.3高地，阻敌南逃。果然，敌人从慌乱中清醒过来，向先遣队展开猛烈反扑，妄图修复武陵桥。先遣队居高临下，以猛烈的火力彻底打破了敌人夺桥的美梦。



9 这次奇袭武陵桥的作战中，先遣队在只付出两人负伤的情况下，就干净利落地完成了上级交给的任务。38军也得以在二次战役中大获全胜，从而也为38军在三所里消灭美军、赢得“万岁军”美名打下坚实的基础。

[编辑/林儒生]

战衣角

UNIFORM CORNER



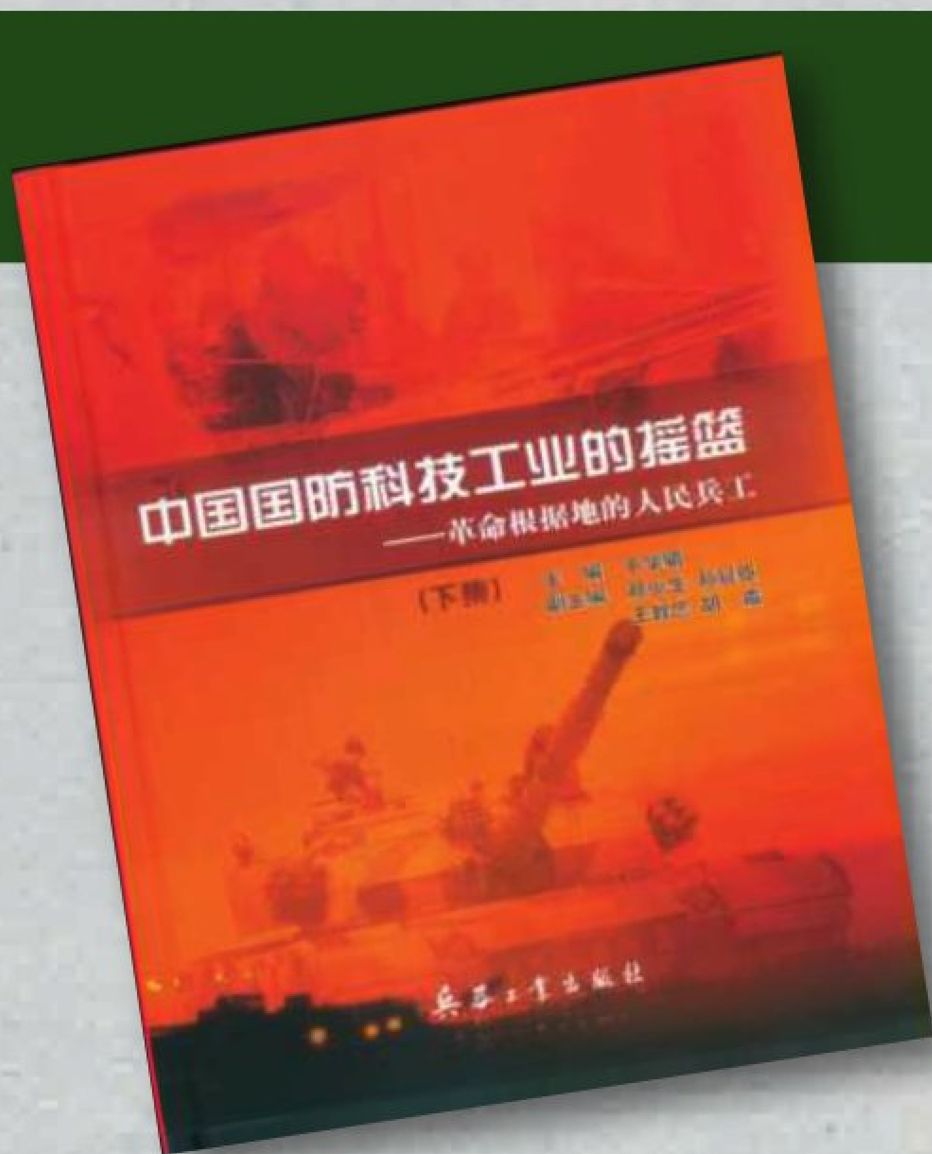
苏联近卫坦克第五军
102旅第3营中士
黑灰色帆布面料坦克装甲兵帽
连体式细帆布坦克兵野战服
黑色牛皮中筒靴
棕色牛皮腰带、手套、手枪套
7.62毫米托卡列夫TT-33手枪

英国第七装甲师22旅
第五皇家坦克团中士
银色帽徽、皇家装甲部队黑色贝雷帽
英1943版一体式坦克兵野战制服
无檐钢盔、防风护目镜
坦克兵黑色牛皮靴
P37编织物腰带、手枪套、弹药盒
韦伯利左轮手枪



在坦克装甲车狭小的空间里，为避免磕碰撞伤头部，官兵们都会配备一项有柔软衬里的头盔，或包裹着条块状海绵等蓬松物的专业帽子。结实却不是很沉重的战靴，也用来对付舱室地板上炽热的炮弹壳。材质的改变，拉链搭扣的大量使用，设计更加合理、功能齐全的分体、连体式野战服的出现，使得装甲部队的服装更加方便、耐穿和实用。野战服装战时一般都卸去肩领章、徽章标志，也有用小的领花、胸标和臂标来显示军衔的。坦克兵配备手枪用来防身自卫，也有配备缩短了枪身长度或特殊设计的冲锋枪，作为战时一旦脱离开坦克时的作战武器。

《中国国防科技工业的摇篮》



20世纪80年代，兵器工业部成立中国兵工史征集委员会，在中央档案馆、解放军档案馆，以及有关军区档案馆，各省市档案馆、博物馆的帮助下，征集到上千万字的历史档案和老同志的口述资料。20世纪末，中国人民解放军组织编纂中国人民解放军历史资料丛书时，兵器工业总公司按照总政治部和国防科工委的要求，以上述历史资料为基础，编辑出版了内部发行的《军事工业·根据地兵器》卷。2011年10月，正值纪念中国共产党建党90周年、人民兵工创建80周年之际，兵器工业出版社将各个革命根据地的历史资料及《军事工业·根据地兵器》进行遴选，精编成了公开发行的《中国国防科技工业的摇篮》一书。

全书54万字，上集介绍了从第二次国内革命战争到解放战争时期，20多革命根据地、兵工基地的人民兵工发展概况，下集则是35位老兵工讲述的创业之路。这里我们从张方撰写的第四章第27节“从硫酸到火炸药”中节选一部分，展示老兵工们的智慧与奉献。

一、最初的探索

1939年春，我们几个冀中军区供给部技术研究社的技术人员，在经历了一段游击生活之后，转战到平汉铁路西面的山区，驻在唐县葛公村。这里环境比较安定，利于搞军工研究。当时，我们除有几本火药和化学书籍外，就是试验用的玻璃管、试管、烧瓶和少量的硫酸、硝酸、以脱等化学用品了。研究什么？摸不着头绪。面对日本人对我国领土和人民的践踏和凌辱，我们心急如焚，期待着找到一条研究之路。从冀中一起来的张奎元介绍了易县赵支队复装子弹的情况，引起了我们的注意和兴趣。于是我和胡达佛一起前往易县，参观了解赵支队复装子弹的情况。

赵支队的复装子弹是分四步完成的：一是将打过的旧弹壳通过挤压还原；二是用铜元冲制弹头模，然后灌铅、切口，制成子弹头；三是从缴获的日本炮弹中拆取无烟药条，压碎装入整形后的弹壳；最后一步即为组装，安放底火，一颗子弹的复装便告完成。赵支队复装子弹的最大问题是无烟药来源不稳定，这也是我们以后复装子弹或制造全新子弹所遇到的障碍之一。怎么办？我与赵支队的舒寿瀛技师探讨了用硫酸制造硝酸以脱、硝化棉直至无烟药的方法………

硫酸是化学工业的基础原料，也是生产火炸药的母体。当时，我国硫酸制造业还不发达，更何况处在小农经济下的落后山区。另外，我们几个昔日的大学生，没有一个是学化学专业的，无疑使硫酸的研制更加困难。知识从书本中来，我们请教学习，凭着学生时代掌握的一点化学常识和身边保存的几本书籍，开始了探索生产硫酸的工作。

根据书上介绍的知识，硫酸的制造方法有接触法和铅室法。接触法即是用铂或五氧化二钒做触媒，由于条件不具备，只好放弃。铅室法在根据地里使用，还是有一线希望。我和门本中等人根据书中的介绍，进行了原理试验。将燃烧硫磺产生的二氧化硫气体，过量的空气和烧水所得水蒸汽都用玻璃管引入一个大烧瓶。为催化它们合成硫酸，将加热硝酸所得的氮氧化物气体也同时引入这个烧瓶。试验进行得很顺利。将制得的稀硫酸移到蒸发器皿里蒸浓，得到的硫酸洁白而浓稠，质量很好。我们走出了从理论到实践的第一步。

我们的探索仅局限于试验室，要走出来到工业法制取，还有很大的距离。根据地能否找到大量的铅？如何实现工业法制造硫酸？这些问题我们设想了很多方法…………

五、无烟药的制成和子弹射击初速、枪膛膛压的测试

我们制造无烟药，是先将两种火棉磨碎、洗净、干燥，然后参考书中介绍的比例，将强火棉、弱火棉、酒精、以脱装入自制的胶化器中，转动叶片，混合、胶化。我们没有压片和切块的专用工具，就找来一架做挂面用的旧切面机，用它把经过混合胶化后的硝化棉压成厚度恰当的药片。然后选用尺寸合用的辊刀将药片切成药条，再横过来切成小方块。硝化棉经过胶化、压片后，质地微密了，遇到高压火焰，也只能沿药片表面向药的内部燃烧，不至于全部同时发火，这样就制成子弹发射药——无烟药了。因为，溶剂挥发后，会造成药片上出现小针孔、小裂纹，我们还应该在药片表面上涂上一层石墨，以填塞药片上的小针孔、小裂纹。于是我们在晾药之后，将药片和石墨粉一起装入木制滚桶中滚动，但反复摇滚，在药片表面上只涂上零星的极少的石墨。无烟药是制成了，但不够理想。以后我们到了晋冀鲁豫军区，听了在外面兵工厂作过的同志介绍，加大了木滚桶的直径，并用许多小木球和药片、石墨粉一起装入滚桶中摇，药片上的石墨粉才上得比较满意。这时，无烟药的制造才算完善。

无烟药制造成功了。用无烟药装好子弹，用步枪射击，看来效果还可以。但质量究竟如何呢？武器质量不能马虎，但我们又没有测试子弹初速和枪膛膛压的仪器，怎么办？只好用铅板焊成一个方铅盒，装满沙土，称好重量，用四根平行的绳子吊在房梁上，然后用两颗子弹（事先称好各子弹头的重量），一颗子弹装自制无烟药，另一颗装日本无烟药（两颗子弹装同样重量的药），在相等的距离，轮流地向铅盒射击，记下各次铅盒摆动的幅度，用运动量互换原理，计算各次子弹头的速度。还好，用我们自制无烟药和用日本无烟药，在给予子弹头的初速方面所产生的结果，大体相似。

4连连长张志渊同志在旧社会工厂里曾做过膛压枪，得知我们想方设法测试无烟药给予子弹的初速时，就自告奋勇地找条废枪改成膛压枪供我们试验枪膛压力用。他的做法是：在步枪的枪膛里，对着子弹壳肩部的位置，打个透孔，装上一个小活塞，活塞外端夹个标准铜柱。所用子弹弹壳的肩部也打个孔，这个孔对着小活塞放置。枪射击后，由标准铜柱被压缩的尺寸，计算枪的膛压大小。我们没有标准铜柱，就从一根很粗的铜丝上截下两段长度完全相同的短铜柱，用它们来做自制无烟药膛压和日本无烟药膛压的对比试验。结果很好，两种膛压也相似，于是我们自制的无烟药可以大量生产了…………

欢迎登陆
www.bingqizhishi.com
购买2012年《兵器知识》



读览天下网，
创造阅读新生活！

海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择

方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现

购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买

无界阅读： 适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读

汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！

读览天下
www.dooland.com

了解更多详情，请登录 ***www.dooland.com*** *查阅*

客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966

读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

本广告最终解释权归广州华阅数码科技有限公司所有



波兰TKS轻型坦克

Poland TKS light-duty tank

1931年波兰开始以英国卡登-罗伊德轻型坦克底盘为基础发展TK轻型坦克。经过改进，采用了新的车体和功率更大的发动机，装甲厚度从8毫米增至10毫米，成为TKS。TKS重2.6吨，长2.58米，宽1.78米，高1.32米，乘员两人，主要武器为一挺7.92毫米wz.25型机枪，备弹2 000发。动力装置为一台波兰造46马力菲亚特-122汽油发动机，最大速度40千米/小时，最大公路行程200千米，越野100千米。1939年战争爆发时，总数575辆的TK和TKS构成了波兰装甲部队的主力。波兰战役中，这些防护和火力均明显不足的轻型坦克仅能胜任侦察与部分步兵支援任务，根本无法与德军坦克抗衡，受到严重损失。波兰沦陷后，许多TKS被德军缴获，德军将其装备给二线部队，主要作为训练、保安用车或火炮牵引车。

[彩页编码 0260]





Sweden ARCHER 155mm Howitzer

[彩页编码 0261]





读览天下网，
创造阅读新生活！

海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择
方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现
购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买
无界阅读：适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读
汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！

读览天下
www.dooland.com

了解更多详情，请登录 **www.dooland.com** 查阅

客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966

读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

本广告最终解释权归广州华阅数码科技有限公司所有

杂志惠 www.zazhihui.cc

杂志惠

www.zazhihui.cc

